

**DERWENT-** 1998-208931  
**ACC-NO:**

**DERWENT-** 200048  
**WEEK:**

*COPYRIGHT 1999 DERWENT INFORMATION LTD*

**TITLE:** Apparatus for reducing carbon monoxide concentration -  
used in a fuel cell generator system

**INVENTOR:** KAWATSU, S; TAKI, M

**PATENT-ASSIGNEE:** KAWATSU, S TAKI, M TOYOTA JIDOSHA KK[TOYT]

**PRIORITY-DATA:** 1996JP-0277444 (September 27, 1996)

**PATENT-FAMILY:**

PUB-NO	PUB-DATE	LANGUAGE	PAGES	MAIN-IPC
US 6120925 A	September 19, 2000	N/A	000	H01M 008/04H01M 008/06C01B 003
EP 834948 A2	April 8, 1998	E	050	/58
JP 10101303 A	April 21, 1998	N/A	034	

**DESIGNATED-STATES:** AT BE CH DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC NL PT  
SE

**APPLICATION-DATA:**

PUB-NO	APPL-DESCRIPTOR	APPL-NO	APPL-DATE
US 6120925A	N/A	1997US-0935062	September 22, 1997
EP 834948A2	N/A	1997EP-0116733	September 25, 1997
JP 10101303A	N/A	1996JP-0277444	September 27, 1996

**INT-CL (IPC):** C01B003/58, C10K003/04 , H01M008/04 , H01M008/06

**ABSTRACTED-PUB-NO:** EP 834948A

**BASIC-ABSTRACT:**

An apparatus for reducing concentration of carbon monoxide in a hydrogen-rich gas comprises a means for introducing oxidising gas; a catalytic oxidising unit to enable preferential bonding of oxidising gas to CO; and a water supply means. Also claimed is a fuels-cell generator including a reformer unit for converting crude fuel to a

hydrogen-containing gas.

USE - In a fuel-cells generator system for reducing CO concentration.

ADVANTAGE - To enable all catalysts packed in a cooling layer to be kept within an active temperature range, thereby reducing the carbon monoxide concentration in a hydrogen-rich gas. Also enhances efficiency of power generation of a fuel-cells generator system.

**ABSTRACTED-PUB-NO:** US 6120925A

**EQUIVALENT-ABSTRACTS:**

An apparatus for reducing concentration of carbon monoxide in a hydrogen-rich gas comprises a means for introducing oxidising gas; a catalytic oxidising unit to enable preferential bonding of oxidising gas to CO; and a water supply means. Also claimed is a fuels-cell generator including a reformer unit for converting crude fuel to a hydrogen-containing gas.

USE - In a fuel-cells generator system for reducing CO concentration.

ADVANTAGE - To enable all catalysts packed in a cooling layer to be kept within an active temperature range, thereby reducing the carbon monoxide concentration in a hydrogen-rich gas. Also enhances efficiency of power generation of a fuel-cells generator system.

**CHOSEN-** Dwg.1/32

**DRAWING:**

**TITLE-TERMS:** APPARATUS REDUCE CARBON MONO OXIDE CONCENTRATE FUEL  
CELL GENERATOR SYSTEM

**DERWENT-CLASS:** E36 H06 L03 X16

**CPI-** E11-Q02; E31-A02; E31-N05B; H04-C; L03-E04; N06;

**CODES:**

**EPI-** X16-C; X16-C09;

**CODES:**

**CHEMICAL-** Chemical Indexing M3 \*01\* Fragmentation Code C106 C108 C550  
**CODES:** C730 C800 C801 C802 C803 C805 C807 M411 M424 M740 M750 M903  
M904 M910 N164 Q417 Q431 Q436 Q439 Q454 Specfic Compounds  
01423X Registry Numbers 1423U Chemical Indexing M3 \*02\*  
Fragmentation Code C101 C550 C810 M411 M424 M720 M740 M903  
M904 M910 N104 Q417 Q454 Specfic Compounds 01532P Registry  
Numbers 1532P

**UNLINKED-DERWENT-REGISTRY-NUMBERS:** ; 1423U ; 1532P

**SECONDARY-ACC-NO:**

**CPI Secondary Accession Numbers:** C1998-065840

**Non-CPI Secondary Accession Numbers:** N1998-166058

**PAT-NO:** JP410101303A  
**DOCUMENT-IDENTIFIER:** JP 10101303 A  
**TITLE:** DEVICE FOR REDUCING CARBON MONOXIDE CONCENTRATION AND METHOD THEREOF AND FUEL CELL POWER GENERATOR  
**PUBN-DATE:** April 21, 1998

**INVENTOR-INFORMATION:**

NAME	COUNTRY
KAWAZU, NARIYUKI	
TAKI, MASAYOSHI	

**ASSIGNEE-INFORMATION:**

NAME	COUNTRY
TOYOTA MOTOR CORP N/A	

**APPL-NO:** JP08277444  
**APPL-DATE:** September 27, 1996

**INT-CL (IPC):** C01B003/58 , H01M008/04 , H01M008/06

**ABSTRACT:**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To sufficiently reduce the concentration of carbon monoxide in a hydrogen enriched gas by keeping all catalyst housed in a cooling layer to an activating temp. of the catalyst.

**SOLUTION:** A fuel reforming device 30 is constituted so as to supply water from a water introducing pipe 40 to a CO selective oxidation reactor 34. By the constitution, the CO selective oxidation reactor 34 is cooled by the heat of vaporization of the supplied water. Since the CO selective oxidation catalyst housed in the CO selective oxidation reactor 34 is directly cooled by the cooling, the cooling efficiency is improved and all catalyst packed in the oxidation reactor 34 is kept to the activating temp. Then, the concentration of carbon monoxide in the fuel gas is sufficiently reduced.

**COPYRIGHT:** (C)1998, JPO

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **10101303 A**

(43) Date of publication of application: **21.04.98**

(51) Int. Cl.  
**C01B 3/58**  
**H01M 8/04**  
**H01M 8/06**

(21) Application number: **08277444**

(22) Date of filing: **27.09.96**

(71) Applicant: **TOYOTA MOTOR CORP**

(72) Inventor:  
**KAWAZU NARIYUKI**  
**TAKI MASAYOSHI**

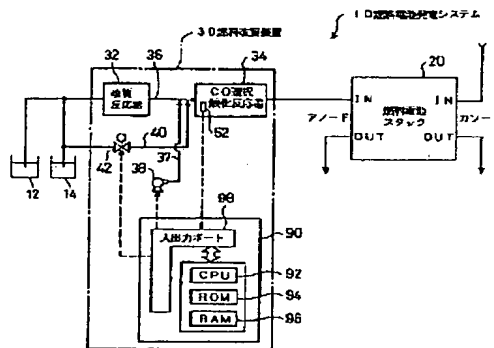
(54) **DEVICE FOR REDUCING CARBON MONOXIDE CONCENTRATION AND METHOD THEREOF AND FUEL CELL POWER GENERATOR**

(57) Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To sufficiently reduce the concentration of carbon monoxide in a hydrogen enriched gas by keeping all catalyst housed in a cooling layer to an activating temp. of the catalyst.

**SOLUTION:** A fuel reforming device 30 is constituted so as to supply water from a water introducing pipe 40 to a CO selective oxidation reactor 34. By the constitution, the CO selective oxidation reactor 34 is cooled by the heat of vaporization of the supplied water. Since the CO selective oxidation catalyst housed in the CO selective oxidation reactor 34 is directly cooled by the cooling, the cooling efficiency is improved and all catalyst packed in the oxidation reactor 34 is kept to the activating temp. Then, the concentration of carbon monoxide in the fuel gas is sufficiently reduced.

COPYRIGHT: (C)1998,JPO



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-101303

(43) 公開日 平成10年(1998) 4月21日

(51) Int.Cl.<sup>8</sup>

識別記号

F I

C 0 1 B 3/58

C 0 1 B 3/58

H 0 1 M 8/04

H 0 1 M 8/04

K

A

Y

G

8/06

8/06

審査請求 未請求 請求項の数24 F D (全 34 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平8-277444

(22) 出願日 平成8年(1996) 9月27日

(71) 出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72) 発明者 河津 成之

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72) 発明者 滝 正佳

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

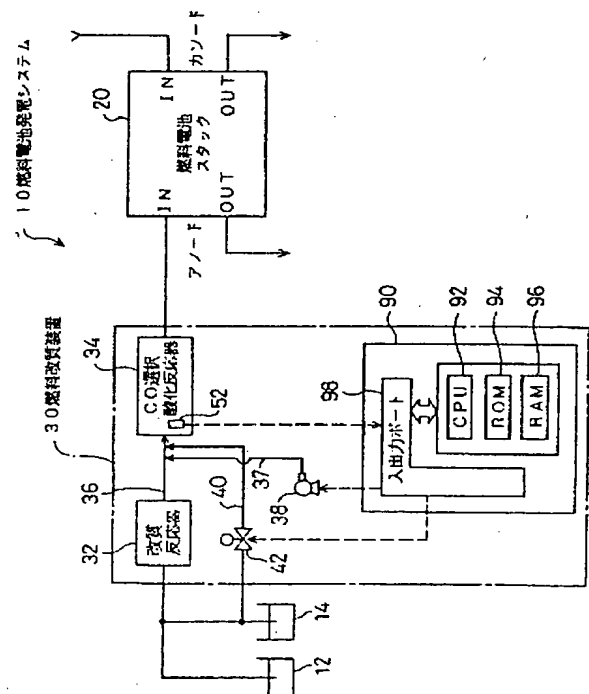
(74) 代理人 弁理士 五十嵐 孝雄 (外3名)

(54) 【発明の名称】 一酸化炭素濃度低減装置およびその方法並びに燃料電池発電装置

(57) 【要約】

【課題】 冷却層に収納される全ての触媒を活性温度に維持することで、水素リッチガス中の一酸化炭素濃度を十分に低減する。

【解決手段】 燃料改質装置30のCO選択酸化反応器34に水導入管40から水を供給する構成とする。この構成によれば、供給された水の気化熱によってCO選択酸化反応器34を冷却することができる。この冷却は、CO選択酸化反応器34内に収納されるCO選択酸化触媒を直接冷却するものであることから、冷却の効率が高く、酸化反応部内に充填されている全ての触媒を活性温度に維持することができる。したがって、燃料ガス中の一酸化炭素濃度を十分に低減することができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 水素と一酸化炭素とを含有し水素濃度に比して一酸化炭素濃度が低い水素リッチガス中の一酸化炭素濃度を低減する一酸化炭素濃度低減装置であって、前記水素リッチガスに酸素を含有する酸化ガスを導入する酸化ガス導入手段と、

該導入された酸化ガス中の酸素を、前記水素リッチガス中の水素に優先して該水素リッチガス中の一酸化炭素に結合させる触媒を有する酸化反応部と、  
該酸化反応部に水を供給する水供給手段とを備える一酸化炭素濃度低減装置。

【請求項 2】 前記水供給手段は、複数の水供給管路を備えた構成である請求項 1 記載の一酸化炭素濃度低減装置。

【請求項 3】 請求項 2 記載の一酸化炭素濃度低減装置であって、

前記触媒を複数組の集合体として構成し、該集合体を前記水路リッチガスの流れ方向に沿って配設し、  
前記複数の水供給管路を、前記複数組の集合体に向かってそれぞれ水を供給する位置に配設する一酸化炭素濃度低減装置。

【請求項 4】 請求項 1 記載の一酸化炭素濃度低減装置であって、  
前記酸化反応部の温度を検出する温度検出手段と、  
前記水供給手段の水の供給量を制御することにより、前記温度検出手段で検出される温度を予め定められた所定範囲内に制御する制御手段とを備える一酸化炭素濃度低減装置。

【請求項 5】 請求項 1 記載の一酸化炭素濃度低減装置であって、  
前記酸化ガス導入手段による酸化ガスの導入量を、前記水素リッチガス中の一酸化炭素濃度に応じた量に制御する酸化ガス導入量制御手段と、  
該制御された酸化ガスの導入量に従って前記水供給手段の水の供給量を制御する水供給量制御手段とを備える一酸化炭素濃度低減装置。

【請求項 6】 請求項 5 記載の一酸化炭素濃度低減装置であって、  
前記水供給量制御手段は、  
前記水供給手段の水の供給量を、前記酸化ガスの導入量に対して所定の比率となる量に定める水供給量算出手段を備える一酸化炭素濃度低減装置。

【請求項 7】 請求項 1 記載の一酸化炭素濃度低減装置であって、  
前記酸化反応部における酸化反応の程度を検出する酸化反応検出手段と、  
該検出された酸化反応の程度に応じて前記水供給手段の水の供給量を制御する制御手段とを備える一酸化炭素濃度低減装置。

【請求項 8】 請求項 7 記載の一酸化炭素濃度低減装置

であって、

前記酸化反応検出手段は、  
前記酸化反応部の温度により前記酸化反応の程度を検出する温度検出手段を備える一酸化炭素濃度低減装置。

【請求項 9】 請求項 7 記載の一酸化炭素濃度低減装置であって、

前記酸化反応検出手段は、  
前記水素リッチガスの流量により前記酸化反応の程度を検出する水素リッチガス流量検出手段を備える一酸化炭素濃度低減装置。

【請求項 10】 請求項 7 記載の一酸化炭素濃度低減装置であって、

前記酸化反応検出手段は、  
前記水素リッチガス中の一酸化炭素濃度により前記酸化反応の程度を検出する一酸化炭素濃度検出手段を備える一酸化炭素濃度低減装置。

【請求項 11】 炭化水素を主成分とする原燃料から水素を含有する改質ガスを生成する改質反応器と、  
前記改質ガスに酸素を含有する酸化ガスを導入する酸化ガス導入手段と、

該導入された酸化ガス中の酸素を、前記改質ガス中の水素に優先して該改質ガス中の一酸化炭素に結合させる触媒を有する酸化反応部と、  
該酸化反応部に水を供給する水供給手段と、  
前記酸化反応部から前記改質ガスの供給を受けて、その改質ガスの電気化学反応から起電力を得る燃料電池とを備える燃料電池発電装置。

【請求項 12】 請求項 11 記載の燃料電池発電装置であって、

30 前記燃料電池の有する電解質膜の含水率を検出する含水率検出手段と、

該検出した含水率に応じて前記水供給手段の水の供給量を制御する制御手段とを備える燃料電池発電装置。

【請求項 13】 請求項 12 記載の燃料電池発電装置であって、

前記含水率検出手段は、  
前記燃料電池の電極間の電気抵抗またはインピーダンスにより前記電解質膜の含水率を検出するインピーダンス検出手段を備える燃料電池発電装置。

40 【請求項 14】 請求項 11 記載の燃料電池発電装置であって、

前記改質反応器からの改質ガスが前記燃料電池に流入したときの前記改質ガスの飽和水蒸気量を算出する飽和水蒸気量算出手段と、  
前記燃料電池において改質ガス中の水分が過飽和とならないよう、前記飽和水蒸気量検出手段により検出された飽和水蒸気量に応じて前記水供給手段の水の供給量を制御する制御手段とを備える燃料電池発電装置。

【請求項 15】 請求項 11 記載の燃料電池発電装置であって、

前記燃料電池に供給される前記改質ガスの圧力を調節する改質ガス圧調節手段と、  
前記改質反応器からの改質ガスが前記燃料電池に流入したときの前記改質ガスの飽和水蒸気量を算出する飽和水蒸気量算出手段と、  
前記燃料電池において改質ガス中の水分が過飽和とならないよう、前記飽和水蒸気量検出手段により検出された飽和水蒸気量に応じて前記改質ガス圧調節手段を制御する制御手段とを備える燃料電池発電装置。

【請求項 16】 請求項 15 記載の燃料電池発電装置であって、  
前記燃料電池の有する酸素極に酸素を含有する酸化ガスを供給する酸化ガス供給手段と、  
前記酸化ガスのガス圧力を調節する酸化ガス圧調節手段と、  
前記改質ガス圧調節手段および酸化ガス圧調節手段を制御することにより、前記改質ガスと酸化ガスの圧力差を所定値以内の大きさに保つ制御手段とを備える燃料電池発電装置。

【請求項 17】 請求項 11 記載の燃料電池発電装置であって、  
前記酸化反応部の運転の停止に先立って、前記水供給手段を稼働させて前記酸化反応部に水を供給する停止時制御手段を備える燃料電池発電装置。

【請求項 18】 請求項 17 記載の燃料電池発電装置であって、  
前記停止時制御手段は、  
前記燃料電池の運転状態から停止状態への切り替え時を検出する停止時検出手段と、  
該停止状態への切り替え時に、前記水供給手段を稼働させて前記酸化反応部に水を供給する制御手段とを備える燃料電池発電装置。

【請求項 19】 請求項 11 記載の燃料電池発電装置であって、  
前記燃料電池から電気化学反応に伴って発生する水分を凝縮して水を回収する水回収手段と、  
該水回収手段により回収された水を前記水供給手段で利用する水利用手段とを備える燃料電池発電装置。

【請求項 20】 請求項 11 記載の燃料電池発電装置であって、  
前記燃料電池からの排ガスを利用して、前記水供給手段からの水を加圧して酸化反応部に送る水加圧手段を備える燃料電池発電装置。

【請求項 21】 水素と一酸化炭素とを含有し水素濃度に比して一酸化炭素濃度が低い水素リッチガス中の一酸化炭素濃度を低減する一酸化炭素濃度低減方法であって、  
(a) 前記水素リッチガスに酸素を含有する酸化ガスを導入する工程と、  
(b) 該導入された酸化ガス中の酸素を、触媒を用いて前記水素リッチガス中の水素に優先して該水素リッチガス中の一酸化炭素に結合させる工

程と、  
(c) 前記触媒に水を供給する工程とを備える一酸化炭素濃度低減方法。

【請求項 22】 請求項 21 記載の一酸化炭素濃度低減方法であって、  
(d) 前記触媒の温度を検出する工程と、  
(e) 前記工程 (c) による水の供給量を制御することにより、前記工程 (a) で検出される温度を予め定められた所定範囲内に制御する工程とを備える一酸化炭素濃度低減方法。

【請求項 23】 請求項 21 記載の一酸化炭素濃度低減方法であって、  
(f) 前記工程 (a) による酸化ガスの導入量を、前記水素リッチガス中の一酸化炭素濃度に応じた量に制御する工程と、  
(g) 該制御された酸化ガスの導入量に従って前記工程 (c) による水の供給量を制御する工程とを備える一酸化炭素濃度低減方法。

【請求項 24】 請求項 21 記載の一酸化炭素濃度低減方法であって、  
(h) 前記触媒による酸化反応の程度を検出する工程と、  
(i) 該検出された酸化反応の程度に応じて前記工程 (c) による水の供給量を制御する工程とを備える一酸化炭素濃度低減方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、一酸化炭素濃度低減装置およびその方法並びに燃料電池発電装置に関し、詳しくは、水素と一酸化炭素とを含有し水素濃度に比して一酸化炭素濃度が低い水素リッチガス中の一酸化炭素濃度を低減する一酸化炭素濃度低減装置およびその方法と、その一酸化炭素濃度低減装置を備える燃料電池発電装置に関する。

【0002】

【従来の技術】電解質の両側に燃料極と酸化極とを配し、燃料極と酸化極とにそれぞれ水素と酸素とを供給することによって起電力を得る燃料電池発電装置において、発電効率を高め、大気環境汚染を防止するために、燃料極にはできるだけ水素リッチなガスを供給することが望まれる。

【0003】そこで、メタノール等の炭化水素あるいはアルコール類を主成分とする原燃料ガスを改質触媒の作用により改質して水素リッチガスを作る改質器を燃料電池に前置して設けることが行なわれているが、いかに改質器の能力を高めても、改質ガス中に若干量の一酸化炭素ガスが混入されることが避けられない。燃料極に供給される改質ガス中に一酸化炭素が含まれると、燃料極に触媒として用いられる Pt (白金) を被毒させ、発電性能を低下あるいは不安定にしてしまう。

【0004】これを防止する技術として、改質ガス中の一酸化炭素を触媒の下で選択的に酸化することで、燃料極に供給される燃料ガス中の一酸化炭素濃度を低減させるものが知られている。

【0005】さらには、特開平 7-185303 号公報に記載されているように、前記触媒を備える触媒層に治



却層を並設して、触媒が活性温度より高温側に移行するのを防止する技術が提案されている。この技術によれば、触媒を活性温度域に保持し、燃料電池の電極触媒を被毒させないレベルにまで一酸化炭素濃度を低減させることが可能となる。

#### 【0006】

【発明が解決しようとする課題】ところで、前記従来の技術で、冷却層に送られる冷媒は、改質原料である液体メタノールと水との混合液体であることから、冷媒の一部が冷却層内で気化してしまうことがあった。冷媒が気化すると、冷却層内の圧力が高くなり、流れが悪くなり、冷媒は一定の流量で流れることができず脈動する。このため、冷媒層に温度むらが生じ、触媒層全体を均一に冷却することができず、この結果、触媒層に収納される全ての触媒を活性温度に維持することができなかつた。

【0007】この発明の一酸化炭素濃度低減装置およびその方法は、冷媒層に収納される全ての触媒を活性温度に維持することを可能とすることにより、水素リッチガス中の一酸化炭素濃度を十分に低減することを目的とする。また、この発明の燃料電池発電装置は、燃料極に供給される燃料ガス中の一酸化炭素濃度を低減して、発電効率を高めることを目的とする。

#### 【0008】

【課題を解決するための手段およびその作用・効果】上述の課題を解決するためになされたこの発明の一酸化炭素濃度低減装置は、水素と一酸化炭素とを含有し水素濃度に比して一酸化炭素濃度が低い水素リッチガス中の一酸化炭素濃度を低減する一酸化炭素濃度低減装置であって、前記水素リッチガスに酸素を含有する酸化ガスを導入する酸化ガス導入手段と、該導入された酸化ガス中の酸素を、前記水素リッチガス中の水素に優先して該水素リッチガス中の一酸化炭素に結合させる触媒を有する酸化反応部と、該酸化反応部に水を供給する水供給手段とを備えることを要旨とする。

【0009】この発明の一酸化炭素濃度低減装置（以下、基本構成の一酸化炭素濃度低減装置と呼ぶ）は、酸化ガス導入手段が、一酸化炭素を含有する水素リッチガスへ酸化ガスを導入し、酸化反応部が、導入された酸化ガス中の酸素により、触媒上で、水素リッチガス中の一酸化炭素を水素に優先して酸化する。さらに、水供給手段が、酸化反応部に水を供給する。酸化反応部での酸化反応は、発熱反応であることから、水供給手段から送られてきた水は、酸化反応部内で気化される。このため、酸化反応部内の触媒は、その気化熱によって直接冷却される。

【0010】したがって、この基本構成の一酸化炭素濃度低減装置では、酸化反応部内の触媒を直接冷却することができることから、冷却の効率が高く、酸化反応部内の全ての触媒について活性温度に維持することが可能と

なる。この結果、水素リッチガス中の一酸化炭素濃度を十分に低減することができる。

【0011】上記基本構成の一酸化炭素濃度低減装置において、前記水供給手段は、複数の水供給管路を備えた構成としてもよい。

【0012】この構成によれば、水が吹き付けられる面積を増大することができることから、酸化反応部全体を均一に冷却して、温度のバラツキの発生を防止することができる。この結果、酸化反応部内の全ての触媒について、活性温度に維持することがより一層容易となる。

【0013】この複数の水供給管路を備えた構成において、さらに、前記触媒を複数組の集合体として構成し、該集合体を前記水路リッチガスの流れ方向に沿って配設し、前記複数の水供給管路を、前記複数組の集合体に向かってそれぞれ水を供給する位置に配設する構成とすることが好ましい。

【0014】この構成によれば、水が吹き付けられる面積を、水供給手段の数だけ倍増することができ、温度のバラツキの発生をより一層防止することができる。

【0015】上記基本構成の一酸化炭素濃度低減装置において、前記酸化反応部の温度を検出する温度検出手段と、前記水供給手段の水の供給量を制御することにより、前記温度検出手段で検出される温度を予め定められた所定範囲内に制御する制御手段とを備える構成とすることができる。

【0016】この構成によれば、水供給手段の水の供給量が制御されることで、温度検出手段により検出される酸化反応部の温度が予め定められた所定範囲内に制御される。このため、酸化反応部を所望の温度、ここでは、酸化反応部内の触媒の活性温度に確実に制御することができ、この結果、水素リッチガス中の一酸化炭素濃度を確実に低減することができる。

【0017】上記基本構成の一酸化炭素濃度低減装置において、前記酸化ガス導入手段による酸化ガスの導入量を、前記水素リッチガス中の一酸化炭素濃度に応じた量に制御する酸化ガス導入量制御手段と、該制御された酸化ガスの導入量に従って前記水供給手段の水の供給量を制御する水供給量制御手段とを備える構成としてもよい。

【0018】この構成によれば、水素リッチガス中の一酸化炭素濃度が高くなると、酸化ガス導入量制御手段により、酸化ガスの導入量が多くなって、酸化反応の程度が高められる。こうして、水素リッチガス中の一酸化炭素濃度が低減される。このとき、酸化反応の程度が高められた分だけ酸化反応による発熱も多くなるが、水供給量制御手段により、酸化ガスの導入量に従って水の供給量を制御することにより、酸化反応に伴う発熱の量に応じて酸化反応部の冷却の強さを定めることができる。このため、酸化反応部を所望の温度に制御することができ、水素リッチガス中の一酸化炭素濃度を確実に低減す

ることができる。

【0019】上記構成の一酸化炭素濃度低減装置において、前記水供給量制御手段は、前記水供給手段の水の供給量を、前記酸化ガスの導入量に対して所定の比率となる量に定める水供給量算出手段を備える構成としてもよい。

【0020】この構成によれば、水供給量算出手段により算出された水の供給量だけ水の供給がなされることから、酸化ガス導入手段からの酸化ガスの導入量と水供給手段からの水の供給量との比率が一定となる。このため、酸化反応に伴う発熱の量に比例して酸化反応部の冷却の強さを定めることができる。

【0021】上記基本構成の一酸化炭素濃度低減装置において、前記酸化反応部における酸化反応の程度を検出する酸化反応検出手段と、該検出された酸化反応の程度に応じて前記水供給手段の水の供給量を制御する制御手段とを備える構成とすることができる。

【0022】この構成によれば、酸化反応部における酸化反応の程度を、酸化反応検出手段により検出して、その酸化反応の程度に応じて水供給手段の水の供給量を、制御手段により制御する。酸化反応部での酸化反応は、発熱反応であることから、酸化反応の程度が高くなると、酸化反応部の温度は高くなる。一方、水供給手段の水の供給量を可変することで、酸化反応部の冷却の強さが変わる。このため、酸化反応の程度に応じて水供給手段の水の供給量を制御することで、酸化反応の程度に応じた酸化反応部の冷却の強さの調整が可能となる。

【0023】したがって、この構成の一酸化炭素濃度低減装置では、酸化反応部を所望の温度、ここでは、酸化反応部内の触媒の活性温度に制御することができる。この結果、水素リッチガス中の一酸化炭素濃度を確実に低減することができる。

【0024】上記構成において、酸化反応検出手段は、前記酸化反応部の温度により前記酸化反応の程度を検出する温度検出手段を備える構成とすることもできる。

【0025】酸化反応部における酸化反応は、発熱反応であることから、酸化反応部の温度を検出することにより酸化反応の程度を知ることができる。したがって、温度検出手段により検出された酸化反応部の温度に応じて水供給手段の水の供給量を制御することで、酸化反応の程度に応じた酸化反応部の温度制御が可能となる。

【0026】上記構成において、酸化反応検出手段は、前記水素リッチガスの流量により前記酸化反応の程度を検出する水素リッチガス流量検出手段を備える構成とすることもできる。

【0027】酸化反応部における酸化反応の程度は、酸化反応部に供給される水素リッチガス中の一酸化炭素ガス量により左右される。その一酸化炭素ガス量は、水素リッチガスの全体量に比例して変化することから、水素リッチガスの流量を検出することにより酸化反応の程度

を知ることができる。したがって、水素リッチガス流量検出手段により検出された水素リッチガスの流量に応じて水供給手段の水の供給量を制御することで、酸化反応の程度に応じた酸化反応部の温度制御が可能となる。

【0028】あるいは、上記構成において、前記酸化反応検出手段は、前記水素リッチガス中の一酸化炭素濃度により前記酸化反応の程度を検出する構成としてもよい。

【0029】酸化反応部における酸化反応の程度は、酸化反応部に供給される水素リッチガス中の一酸化炭素濃度により変化することから、一酸化炭素濃度検出手段により検出された水素リッチガス中の一酸化炭素濃度に応じて水供給手段の水の供給量を制御することで、酸化反応の程度に応じた酸化反応部の温度制御が可能となる。

【0030】この発明の燃料電池発電装置（以下、基本構成の燃料電池発電装置と呼ぶ）は、炭化水素を主成分とする原燃料から水素を含有する改質ガスを生成する改質反応器と、前記改質ガスに酸素を含有する酸化ガスを導入する酸化ガス導入手段と、該導入された酸化ガス中の酸素を、前記改質ガス中の水素に優先して該改質ガス中の一酸化炭素に結合させる触媒を有する酸化反応部と、該酸化反応部に水を供給する水供給手段と、前記酸化反応部から前記改質ガスの供給を受けて、その改質ガスの電気化学反応から起電力を得る燃料電池とを備えることを要旨とする。

【0031】この構成によれば、改質反応器が、炭化水素を主成分とする原燃料から水素を含有する改質ガスを生成する。酸化ガス導入手段が、改質ガスへ酸化ガスを導入し、酸化反応部が、導入された酸化ガス中の酸素により、触媒上で、水素リッチガス中の一酸化炭素を水素に優先して酸化する。さらに、水供給手段が、酸化反応部に水を供給することで、前記基本構成の一酸化炭素濃度低減装置と同一の作用により、改質ガスは一酸化炭素濃度の低減されたものとなる。燃料電池は、この一酸化炭素濃度の低減された改質ガスの供給を受けて、その改質ガスの電気化学反応から起電力を得る。

【0032】このため、メタノールを含有する改質ガス中の一酸化炭素濃度を顕著に低減することができ、この改質ガスの供給を受ける燃料電池においては、一酸化炭素による被毒の影響を低減することができる。したがって、燃料電池は、一酸化炭素被毒に起因する出力低下を防止することができる。

【0033】上記基本構成の燃料電池発電装置において、前記燃料電池の有する電解質膜の含水率を検出する含水率検出手段と、該検出した含水率に応じて前記水供給手段の水の供給量を制御する制御手段とを備える構成とすることができる。

【0034】燃料電池では、運転条件によって電解質膜の含水率が変化するが、電解質膜が乾きすぎや濡れすぎの状態となると、燃料電池は出力低下を起こす。この構

成によれば、含水率検出手段により電解質膜の含水率を検出し、その含水率に応じて、制御手段により水の供給量を制御していることから、電解質膜の含水率に応じて燃料電池に供給される改質ガス中の水蒸気量を制御することができる。

【0035】このため、燃料電池の電解質膜の含水率を一定の範囲に維持することができる。したがって、燃料電池が乾きすぎや濡れすぎの状態となることを防止することができる。燃料電池は安定した高出力を維持することができる。

【0036】上記構成の燃料電池発電装置において、前記含水率検出手段は、前記燃料電池の電極間の電気抵抗またはインピーダンスにより前記電解質膜の含水率を検出するインピーダンス検出手段を備える構成とすることができる。

【0037】この構成によれば、燃料電池の電極間の電気抵抗またはインピーダンスを検出することにより、燃料電池の電解質膜の含水率を検出することができる。この検出した電気抵抗またはインピーダンスに応じて水供給手段の水の供給量を制御する。

【0038】上記基本構成の燃料電池発電装置において、前記改質反応器からの改質ガスが前記燃料電池に流入したときの前記改質ガスの飽和水蒸気量を算出する飽和水蒸気量算出手段と、前記燃料電池において改質ガス中の水分が過飽和とならないよう、前記飽和水蒸気量検出手段により検出された飽和水蒸気量に応じて前記水供給手段の水の供給量を制御する制御手段とを備える構成としてもよい。

【0039】この構成によれば、制御手段により、前記飽和水蒸気量検出手段により検出された飽和水蒸気量に応じて前記水供給手段の水の供給量を制御することにより、改質ガスが過飽和状態で燃料電池に流入することを防止することが可能である。したがって、改質ガスの過飽和分の水蒸気が燃料電池内で凝結して液体状態の水となって、燃料電池内のガス流路を閉塞してしまう現象を防止することができる。

【0040】また、前記基本構成の燃料電池発電装置において、前記燃料電池に供給される前記改質ガスの圧力を調節する改質ガス圧調節手段と、前記改質反応器からの改質ガスが前記燃料電池に流入したときの前記改質ガスの飽和水蒸気量を算出する飽和水蒸気量算出手段と、前記燃料電池において改質ガス中の水分が過飽和とならないよう、前記飽和水蒸気量検出手段により検出された飽和水蒸気量に応じて前記改質ガス圧調節手段を制御する制御手段とを備える構成とすることもできる。

【0041】この構成によれば、制御手段により、前記飽和水蒸気量検出手段により検出された飽和水蒸気量に応じて改質ガス圧調節手段を制御することにより、改質ガスの圧力を変えて改質ガスの飽和水蒸気量を積極的に変えることができる。このため、改質ガスが過飽和状態

で燃料電池に流入することを防止することが可能である。したがって、改質ガスの過飽和分の水蒸気が燃料電池内で凝結して液体状態の水となって、燃料電池内のガス流路を閉塞してしまう現象を防止することができる。

【0042】上記構成の燃料電池発電装置において、前記燃料電池の有する酸素極に酸素を含有する酸化ガスを供給する酸化ガス供給手段と、前記酸化ガスの圧力を調節する酸化ガス圧調節手段と、前記改質ガス圧調節手段および酸化ガス圧調節手段を制御することにより、前記改質ガスと酸化ガスの圧力差を所定値以内の大きさに保つ制御手段とを備える構成とすることが好ましい。

【0043】この構成の燃料電池発電装置によれば、制御手段により改質ガス圧調節手段および酸化ガス圧調節手段を制御することにより、前記改質ガスと酸化ガスの圧力差が所定値以内の大きさに保たれる。

【0044】燃料電池の有する電解質膜は、極めて薄いものであることから、改質ガスと酸化ガスの圧力差が大きくなると、破損するといったことがあるが、この構成によれば、改質ガスと酸化ガスの圧力差が所定値以内の大きさに保たれることから、電解質膜の破損を防止することができる。

【0045】基本構成の燃料電池発電装置において、前記酸化反応部の運転の停止に先立って、前記水供給手段を稼働させて前記酸化反応部に水を供給する停止時制御手段を備える構成とすることもできる。

【0046】この構成によれば、酸化反応部の運転の停止に先立って、水供給手段により酸化反応部に水が供給されることから、酸化反応部の運転の停止時に、酸化反応部の温度を速やかに下げることができる。この結果、水素リッチガスの発生を速やかに停止することができる。

【0047】この構成において、前記停止時制御手段は、前記燃料電池の運転状態から停止状態への切り替え時を検出する停止時検出手段と、該停止状態への切り替え時に、前記水供給手段を稼働させて前記酸化反応部に水を供給する制御手段とを備える構成とすることもできる。

【0048】このため、燃料電池の運転状態から停止状態への切り替え時には、水供給手段が稼働して酸化反応部に水が供給される。したがって、燃料電池の停止状態への切り替え時には、酸化反応部の温度を速やかに下げることができる。この結果、水素リッチガスの発生を速やかに停止することができる。

【0049】また、基本構成の燃料電池発電装置において、前記燃料電池から電気化学反応に伴って発生する水分を凝縮して水を回収する水回収手段と、該水回収手段により回収された水を前記水供給手段で利用する水利用手段とを備える構成としてもよい。

【0050】燃料電池は、一般に、発電に伴い酸素極で水蒸気または水滴が発生することから、上記構成の燃料

電池発電装置では、水回収手段により、その水分を凝縮して水を回収し、その水を、水供給手段で利用する。このため、水供給手段において水を貯える水槽が小型で済み、また、水の貯留量も少なくで済む。また、燃料電池からみれば、酸素極側の残ガスをそのまま排出すると、大気に放出された残ガスが白煙を上げることになるが、水分を利用することでそうした現象を防止することができる。

【0051】さらに、基本構成の燃料電池発電装置であって、前記燃料電池からの排ガスを利用して、前記水供給手段からの水を加圧して酸化反応部に送る水加圧手段を備える構成とすることもできる。

【0052】水供給手段により酸化反応部へ水を吹き込むためには、水を加圧する必要があるが、そのための動力に、燃料電池で発電した電気を用いると、燃料電池発電装置全体のエネルギー効率が低下してしまう。これに対して、この構成によれば、排ガスを利用して水の加圧を行なうことから、燃料電池発電装置のエネルギー効率を低下させることなく、酸化反応部への水の供給を行なうことができる。

【0053】この発明の一酸化炭素濃度低減方法は、水素と一酸化炭素とを含有し水素濃度に比して一酸化炭素濃度が低い水素リッチガス中の一酸化炭素濃度を低減する一酸化炭素濃度低減方法であって、(a) 前記水素リッチガスに酸素を含有する酸化ガスを導入する工程と、(b) 該導入された酸化ガス中の酸素を、触媒を用いて前記水素リッチガス中の水素に優先して該水素リッチガス中の一酸化炭素に結合させる工程と、(c) 前記触媒に水を供給する工程とを備えることを要旨とする。

【0054】この発明の一酸化炭素濃度低減方法（以下、基本構成の一酸化炭素濃度低減方法と呼ぶ）は、工程(a)が、一酸化炭素を含有する水素リッチガスへ酸化ガスを導入し、工程(b)が、導入された酸化ガス中の酸素により、触媒上で、水素リッチガス中の一酸化炭素を水素に優先して酸化する。さらに、工程(c)が、前記触媒に水を供給する。触媒での酸化反応は、発熱反応であることから、工程(c)から送られてきた水は、触媒上もしくはその付近で気化される。このため、工程(c)で用いる触媒は、その気化熱によって直接冷却される。

【0055】したがって、この基本構成の一酸化炭素濃度低減方法では、触媒を直接冷却することができることから、冷却の効率が高く、工程(c)で使用する触媒について活性温度に維持することが可能となる。この結果、水素リッチガス中の一酸化炭素濃度を十分に低減することができる。

【0056】上記基本構成の一酸化炭素濃度低減方法において、(d) 前記触媒の温度を検出する工程と、

(e) 前記工程(c)による水の供給量を制御することにより、前記工程(a)で検出される温度を予め定めら

れた所定範囲内に制御する工程とを備える構成とすることができる。

【0057】この構成によれば、工程(c)による水の供給量が制御されることで、工程(d)により検出される酸化反応部の温度が予め定められた所定範囲内に制御される。このため、触媒を所望の温度、ここでは、触媒の活性温度に確実に制御することができ、この結果、水素リッチガス中の一酸化炭素濃度を確実に低減することができる。

【0058】上記基本構成の一酸化炭素濃度低減方法において、(f) 前記工程(a)による酸化ガスの導入量を、前記水素リッチガス中の一酸化炭素濃度に応じた量に制御する工程と、(g) 該制御された酸化ガスの導入量に従って前記工程(c)による水の供給量を制御する工程とを備える構成としてもよい。

【0059】この構成によれば、水素リッチガス中の一酸化炭素濃度が高くなると、工程(f)により、酸化ガスの導入量が多くなって、酸化反応の程度が高められる。こうして、水素リッチガス中の一酸化炭素濃度が低減される。このとき、酸化反応の程度が高められた分だけ酸化反応による発熱も多くなるが、工程(c)により、酸化ガスの導入量に従って水の供給量を制御することにより、酸化反応に伴う発熱の量に応じて触媒の冷却の強さを定めることができる。このため、触媒を所望の温度に制御することができ、水素リッチガス中の一酸化炭素濃度を確実に低減することができる。

【0060】上記基本構成の一酸化炭素濃度低減方法において、(h) 前記触媒による酸化反応の程度を検出する工程と、(i) 該検出された酸化反応の程度に応じて前記工程(c)による水の供給量を制御する工程とを備える構成とすることができる。

【0061】この構成によれば、触媒による酸化反応の程度を、工程(h)により検出して、その酸化反応の程度に応じて工程(c)による水の供給量を、工程(i)により制御する。工程(b)による触媒上での酸化反応は、発熱反応であることから、酸化反応の程度が高くなると、触媒の温度は高くなる。一方、工程(c)による水の供給量を可変することで、触媒の冷却の強さが変わる。このため、酸化反応の程度に応じて工程(c)での水の供給量を制御することで、触媒の程度に応じた触媒の冷却の強さの調整が可能となる。

【0062】したがって、この構成の一酸化炭素濃度低減方法では、触媒を所望の温度、ここでは、触媒の活性温度に制御することができる。この結果、水素リッチガス中の一酸化炭素濃度を確実に低減することができる。

【0063】

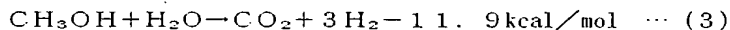
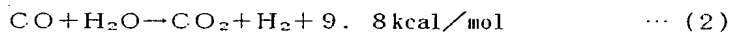
【発明の実施の形態】次に、本発明の実施の形態を実施例に基づき説明する。図1は、本発明の好適な一実施例の一酸化炭素濃度低減装置を備える燃料電池発電システム10の構成の概略を示すブロック図である。図示する

ように、燃料電池発電システム10は、メタノールを貯蔵するメタノールタンク12と、水を貯蔵する水タンク14と、メタノールタンク12から供給されるメタノールと水タンク14から供給される水とから水素を含有する燃料ガスを生成する燃料改質装置30と、燃料改質装置30により生成される燃料ガスと酸素を含有する酸化ガス（例えば、空気）との供給を受けて発電する固体高分子型燃料電池である燃料電池スタック20とから構成される。

【0064】燃料電池スタック20は、前述したように固体高分子型の燃料電池であり、その単一セル構造を図2に示した。図示するように、セルは、電解質膜21と、この電解質膜21を両側から挟持してサンドイッチ構造とするガス拡散電極としてのアノード22およびカソード23と、このサンドイッチ構造を両側から挟みつつアノード22およびカソード23とで燃料ガスおよび酸化ガスの流路24p、25pを形成するセパレータ24、25と、セパレータ24、25の外側に配置されアノード22およびカソード23の集電極となる集電板26、27とにより構成されている。

【0065】電解質膜21は、高分子材料、例えばフッ素系樹脂により形成されたイオン交換膜であり、湿潤状態で良好な電気導性を示す。アノード22およびカソード23は、カーボンペーパー、カーボンシートあるいはカーボクロスにより形成されており、このカーボンペーパー、カーボンシート、カーボクロスには、触媒としての白金を担持したカーボン粉がその隙間に練り込まれている。

【0066】セパレータ24、25は、ち密質のカーボンプレートにより形成されている。また、アノード22側のセパレータ24には、複数のリブが形成されており、このリブとアノード22の表面とで燃料ガスの流路\*



【0071】式(1)および式(2)に示す反応を實際上完全に行なうことが困難なことから、改質反応器32により生成される改質ガスには、副生成物としての一酸化炭素と未反応のメタノールとが若干混在することになる。改質ガス中の一酸化炭素濃度は、改質反応器32に充填される触媒の種類、改質反応器32の運転温度、改質反応器32への単位触媒体積当たりのメタノールおよび水の供給流量等によって定まる。なお、図示は省略してあるが、改質反応器32は電子制御ユニット90と電気的に接続されており、この電子制御ユニット90により改質反応器32へのメタノールおよび水の供給量制御がなされている。

【0072】図3は、CO選択酸化反応器34の内部とそれに連結される連絡管36を破断して示す説明図である。図示するように、CO選択酸化反応器34には、改

\*溝24pを形成する。一方、カソード23側のセパレータ45にも、複数のリブが形成されており、このリブとカソード23の表面とで酸素含有ガスの流路溝25pを形成する。集電板26、27は、銅(Cu)により形成されている。

【0067】図2では、説明のため燃料電池スタック20の単一セルの構成を示したが、実際には、セパレータ24、アノード22、電解質膜21、カソード23、セパレータ25をこの順に複数組積層し、その外側に集電板26、27を配置することにより、燃料電池スタック20は構成されている。また、図1ではアノード側ガスの供給系統のみを記載し、カソード側ガスの供給系統、アノード側ガスおよびカソード側ガスの排出系統の記載は省略してある。

【0068】燃料改質装置30は、メタノールと水との供給を受けて水素リッチガス（改質ガス）を生成する改質反応器32と、改質ガス中の一酸化炭素を酸化して改質ガスを一酸化炭素濃度が低い水素リッチガス（燃料ガス）にするCO選択酸化反応器34と、改質反応器32で生成された改質ガスをCO選択酸化反応器34に供給する連絡管36と、連絡管36に接続された導入管37を介して連絡管36に酸素を含有する酸化ガス（例えば空気）を導入するブロウ38と、連絡管36の導入管37の接続部より下流側に差し込まれて連絡管36内に水を吹き込む水導入管40と、燃料改質装置30の各部の運転を制御する電子制御ユニット90とを備える。

【0069】改質反応器32は、メタノールタンク12からのメタノールと水タンク14からの水との供給を受けて、次式(1)および式(2)（全体としては、次式(3)）に示すように、水素と二酸化炭素とを含有する改質ガスを生成する。

【0070】

改質反応器32で生成された改質ガスとブロウ38から導入管37を介して送られてきた酸化ガスとが連絡管36により供給される。CO選択酸化反応器34には、酸化アルミニウムからなる担体の表面に白金を担持したCO選択酸化触媒50が充填されている。このCO選択酸化触媒50は、改質ガス中の一酸化炭素を水素に優先して結合させることで、改質ガス中の一酸化炭素を酸化するよう作用して、改質ガスを一酸化炭素濃度の低い燃料ガスとする。

【0073】さらに、図3に示すように、連絡管36には水導入管40が差し込まれており、CO選択酸化反応器34は、水導入管40から連絡管36を介して水の供給を受ける。CO選択酸化反応器34での酸化反応は、発熱反応であることから高温となる。上記水導入管40から連絡管36を介して送られてきた水は、上記高温と

なったCO選択酸化反応器34内で気化される。この結果、CO選択酸化反応器34は、その気化熱によって冷却される。また、CO選択酸化反応器34内には、CO選択酸化触媒50に接触するようにして温度センサ52が設けられている。温度センサ52は、熱電対により構成されており、CO選択酸化反応器34の内部の温度を検出する。なお、温度センサ52は、電子制御ユニット90に電氣的に接続されている。

【0074】一方、水導入管40の途中には、図1に示すように、電動バルブ42が配設されている。この電動バルブ42は電子制御ユニット90に電氣的に接続されている。電子制御ユニット90は、電動バルブ42を開閉制御することにより、CO選択酸化反応器34への水の供給を開始または停止することができる。

【0075】上記CO選択酸化反応器34に充填されるCO選択酸化触媒50は、酸化アルミニウムからなる担体の表面に白金を担持したものであるが、このCO選択酸化触媒50の性能について説明する。図4はモデルガスによりCO選択酸化触媒50の性能を示すグラフである。

【0076】モデルガスとしては、予め、 $\text{CO}_2=25\%$ 、 $\text{CO}=0.1\%$ 、 $\text{H}_2$ が残り分である組成のボンベガスを用意し、そのガスにバブラーにて絶対湿度が約20%となるよう水蒸気を付加したものをを用いた。また、触媒へは、モデルガスに酸素と一酸化炭素のモル比 $[\text{O}_2]/[\text{CO}]$ が値3となるよう酸化ガスを混合させたものを、ドライガスペースで1時間当たり触媒体積の約5000倍の量のガスを流した。

【0077】図4に示すように、CO選択酸化触媒50を用いた場合、触媒反応後の改質ガス中の一酸化炭素濃度は、反応温度が100℃ないし140℃で、検知限界以下(数ppm以下)となる。

【0078】こうしたことから、CO選択酸化反応器34の運転温度を100℃ないし140℃の範囲(以下、最適温度範囲と呼ぶ)に調節することにより、燃料ガス中の一酸化炭素濃度を極めて低い値にすることが可能となることわかる。この実施例では、電子制御ユニット90は、上述したように温度センサ52の検出結果に応じて電動バルブ42の開度を開始または停止することで、CO選択酸化反応器34を上記最適温度範囲に制御する。

【0079】電子制御ユニット90は、マイクロコンピュータを中心とした論理回路として構成され、詳しくは、予め設定された制御プログラムに従って所定の演算等を実行するCPU92と、CPU92で各種演算処理を実行するのに必要な制御プログラムや制御データ等が予め格納されたROM94と、同じくCPU92で各種演算処理を実行するのに必要な各種データが一時的に読み書きされるRAM96と、温度センサ52からの検出信号や図示しない各種センサからの検出信号を入力する

と共にCPU92での演算結果に応じてブロワ38および電動バルブ等に駆動信号を出力する入出力ポート98等を備える。

【0080】次に、こうして構成された燃料電池発電システム10の電子制御ユニット90により実行される燃料ガス中の一酸化炭素濃度の低減制御について、図5に示すCO濃度低減制御ルーチンに基づき説明する。本ルーチンは、燃料改質装置30の運転が開始され定常状態となった後に、所定時間毎、例えば100msec毎に実行される。

【0081】本ルーチンが実行されると、CPU92は、温度センサ52により検出されるCO選択酸化反応器34内の温度Tを入出力ポート98を介して読み込む(ステップS100)。次いで、この温度Tが、下限値T1より小さいか否かを判定する。この下限値T1は、前述したCO選択酸化反応器34の最適温度範囲の下限値に相当し、この実施例では100℃であり、予めROM94に格納されている。ステップS100で、温度Tが下限値T1を下回ったと判定されると、水導入管40に設けられる電動バルブ42の開度Vを閉状態に制御する(ステップS120)。この結果、水導入管40からCO選択酸化反応器34への水の供給が停止されることから、その水の供給による冷却作用がなくなってCO選択酸化反応器34内部の温度は上昇する。

【0082】一方、ステップS110で、否定判定、即ち、温度Tが下限値T1以上であると判定されると、さらに、その温度Tが、上限値T2より大きいと判定する(ステップS130)。この上限値T2は、前述したCO選択酸化反応器34の最適温度範囲の上限値に相当し、この実施例では140℃であり、予めROM94に格納されている。ステップS130で、温度Tが上限値T2を上回ったと判定されると、水導入管40に設けられる電動バルブ42を開状態(全開状態あるいは所定の開度だけ開いた状態)に制御する(ステップS140)。この結果、水導入管40からCO選択酸化反応器34に水の供給が開始されることから、その水による気化熱によってCO選択酸化反応器34内部の温度は下降する。

【0083】ステップS120の実行後、ステップS140の実行後、またはステップS130で否定判定された後、処理を一旦終了する。

【0084】即ち、このCO濃度低減制御ルーチンによれば、温度センサ52により検出されたCO選択酸化反応器34の内部の温度に応じて電動バルブ42を開閉制御することで、CO選択酸化反応器34の内部の温度Tが高くなりすぎたとき、CO選択酸化反応器34への水の供給による冷却を行ない、一方、その温度Tが低くなりすぎたときには、その水の供給による冷却を停止する。この結果、CO選択酸化反応器34の内部の温度は、前述したCO選択酸化反応器34の最適温度範囲T

1 から T2 までの範囲に調節される。なお、この実施例では、CO 選択酸化反応器 34 へ水を供給してから実際に温度が変化するまでの時間的な遅れを考慮していないが、好ましくは、上記 T1 を所定値  $\alpha$  だけ加算した値とし、上記 T2 を所定値  $\beta$  だけ減算した値とすることで、時間的な遅れを考慮する構成としてもよい。

【0085】以上説明してきたように、本実施例の燃料電池発電システム 10 によれば、CO 選択酸化反応器 34 に水導入管 40 から水が供給されることから、その水の気化熱によって CO 選択酸化反応器 34 を冷却することができる。この冷却は、CO 選択酸化反応器 34 内に収納される CO 選択酸化触媒 50 を直接冷却するものであることから、冷却の効率がよく、酸化反応部に充填されている全ての触媒を活性温度に維持することができる。したがって、燃料ガス中の一酸化炭素濃度を十分に低減することができる。

【0086】また、燃料電池スタック 20 に送られる燃料ガスはもとも加湿が必要であることから、冷却のために CO 選択酸化反応器 34 に供給した水のみで、燃料ガスへの加湿のための水の供給量を減らすことができるといった効果も奏する。さらに、CO 選択酸化反応器 34 に水を供給するだけで冷却が可能となり、冷却のための特別なエネルギーの供給が不要であるといった効果も奏する。従来技術の場合、CO 選択酸化反応器 34 の熱を受け取った冷却媒体はラジエタに通す等して、冷却媒体の冷却のためのエネルギーが必要であったが、この燃料電池発電システム 10 によれば、そうしたエネルギーが不要である。

【0087】特に、この実施例の燃料電池発電システム 10 によれば、CO 選択酸化反応器 34 の内部の温度を温度センサ 52 により検出して、その温度センサの検出結果に応じて水導入管 40 からの水の供給を開始または停止する構成を備えることから、CO 選択酸化反応器 34 の運転温度を、酸化反応部の温度を CO 選択酸化触媒 50 の活性温度域に確実に調整することができる。このため、燃料ガス中の一酸化炭素濃度を確実に低減することができる。

【0088】この第 1 実施例では、CO 選択酸化反応器 34 への水の供給を、水導入管 40 により連絡管 36 から行なっていたが、これに替えて、図 6 に示すように、水導入管 40A を、CO 選択酸化反応器 34 に差し込んだ状態に配設して、水導入管 40A から水を CO 選択酸化反応器 34 に直接散布する構成としてもよい。

【0089】なお、この変形例では、水導入管 40 の先端に、図 7 に示すように、広角に水を噴霧する水噴射弁 80 を用いた構成とすることが好ましい。こうした水噴射弁の一つに、液体の旋回を利用したいわゆる渦巻噴射弁がある。渦巻噴射弁は、「機械工学基礎講座・燃焼工学・基礎と応用、小林清志著 理工学社発行」の 192 頁ないし 201 頁等に記載されている周知のもので、噴

射圧が低くても微粒化がよいこと、噴霧角や流量は広範囲に自由に設計できることなどの特徴をもつ。この渦巻噴射弁を用いることで、水の粒径  $15\mu\text{m}$ 、噴霧角度  $150$  度の噴射を行ない、広範囲の CO 選択酸化触媒 50 に直接水を散布することができる。このため、広範囲の CO 選択酸化触媒 50 を素早く冷却することで、酸化反応部全体をより均一に冷却することができる。

【0090】この図 7 に示した変形例では、水導入管 40A を 1 個設けていたが、これに替えて、複数個設ける構成としてもよい。図 8 は、水導入管を 2 個設けた場合の CO 選択酸化反応器 34 の内部を示す説明図である。図示するように、CO 選択酸化触媒 50 は、CO 選択酸化反応器 34 の改質ガスの流れ方向に沿って 2 組の集合体 81、82 に分かれて貯留されており、各集合体 81、82 に向かうように、水導入管 40Aa、40Ab がそれぞれ配設されている。なお、各水導入管 40A1、40A2 には、渦巻式の水噴射弁 80a、80b がそれぞれ設けられている。

【0091】この構成によれば、図 7 の変形例に比べて水が吹き付けられる面積を 2 倍とすることができ、より広い範囲の CO 選択酸化触媒 50 にわたって直接水を供給することができる。したがって、酸化反応部全体をより一層均一に冷却することができ、燃料ガス中の一酸化炭素濃度を十分に低減することができる。

【0092】図 7 に示した変形例と図 8 に示した変形例とについて、一酸化炭素濃度がどの程度低減されるかを比較してみた。モデルガスとして、一酸化炭素濃度が 0.6% の水素リッチガスを用いた。また、CO 選択酸化触媒へは、モデルガスに酸素と一酸化炭素のモル比  $[\text{O}_2]/[\text{CO}]$  が値 3 となるよう酸化ガスを混合させたものを導入し、さらに、水を流量  $1.36\text{mol/min}$  で供給した。

【0093】図 7 に示した水導入管路を 1 つ備えた構成の場合には、CO 選択酸化反応器から出力される水素リッチガス中の一酸化炭素濃度は 30 ppm であった。これに対して、図 8 に示した水導入管路を 2 つ備えた構成の場合には、CO 選択酸化反応器から出力される水素リッチガス中の一酸化炭素濃度は 10 ppm であった。この結果からも、水導入管路を複数備えた構成は、水導入管路を 1 つ備えた構成に比べて、水素リッチガス中の一酸化炭素濃度をより一層低減することができることがわかる。

【0094】さらに、これまで説明してきた第 1 実施例およびその変形例では、CO 選択酸化反応器 34 への酸化ガスの供給と水の供給とを別の管路を用いて行なっていたが、これに換えて、図 9 に示すように、CO 選択酸化反応器 34 に差し込んだ状態に配設された導入管 84 に酸化ガスと水との両方を供給する構成としてもよい。この構成によれば、供給した酸化ガスにより水が噴霧される構成とすることで、水を供給する構造を簡易化する



ことができる。

【0095】また、これまで説明してきた第1実施例およびその変形例（図9の変形例は除く）では、水導入管が酸化ガスの導入管より下流側に位置していたが、これに換えて、水導入管を酸化ガスの導入管より上流側に位置する構成としてもよい。

【0096】前述した第1実施例では、CO選択酸化触媒50は、酸化アルミニウムの担体の上に白金を担持したものであったが、これに換えて、担体として、酸化珪素、酸化ジルコニウム、酸化セリウム、酸化亜鉛、炭酸カルシウム、酸化銅、酸化鉄、酸化チタニウム、酸化コバルト、イットリア部分安定化ジルコニアなどを用いる構成としてもよく、また、担体に担持するものとして、Pd、Ru、Rh、Ir、Auなどの貴金属触媒あるいは、Ni、Co、Cu、Feなどの非貴金属系の触媒を用いる構成としてもよい。

【0097】また、前述した第1実施例では、CO選択酸化反応器34の内部の温度Tに応じて水導入管40からの水の供給を開始または停止するよう構成されていたが、これに換えて、温度Tに応じて水導入管40からの水の供給量を制御する構成としてもよい。即ち、CO選択酸化反応器34の内部の温度Tが高くなりすぎたときには、電動バルブ42の開度を所定量だけ開き側に制御し、温度Tが低くなりすぎたときには、電動バルブ42の開度を所定量だけ閉じ側に制御する。あるいは、水の供給を間欠的に行なうようにして、その水を供給する間隔を制御することにより、水の供給量を制御する。

【0098】次に、本発明の第2の実施例である燃料電池発電システム210について説明する。図10は、第2実施例の燃料電池発電システム210の構成の概略を示すブロック図である。図示するように、この燃料電池発電システム210は、第1実施例の燃料電池発電システム10と比較して、CO選択酸化反応器34に温度センサ52を備えていないこと、CO選択酸化反応器34と燃料電池スタック20とを連結する流路の途中に燃料ガス中の一酸化炭素濃度を検出する一酸化炭素センサ212を備えていることが相違し、その他のハードウェア構成については第1実施例と同一である。なお、同一の構成については、同一の符号を付し、その説明は省略する。

【0099】一酸化炭素センサ212の構成について次に説明する。図11は、その一酸化炭素センサ212の縦断面図である。図11に示すように、この一酸化炭素センサ212は、電解質膜220と、この電解質膜220を両側から挟んでサンドイッチ構造とする2枚の電極222、224と、このサンドイッチ構造を両側から挟むことにより、サンドイッチ構造の撓みを防ぐ2枚のメッシュ状の金属板226、228と、このサンドイッチ構造および金属板226、228を保持する2個のホルダ230、232と、両ホルダ230、232を電氣的

に絶縁状態で連結する絶縁性部材234とを備える。

【0100】電解質膜220は、固体高分子材料、例えばフッ素系樹脂により形成されたプロトン導電性の膜体である。電極222、224は、カーボンペーパー、カーボンシートあるいはカーボクロスなどからなる電極基材に触媒としての白金を担持したカーボン粉がその隙間に練り込まれている。

【0101】金属板226、228は、メッシュ状のもので、ガスの電極222、224への到達を妨げない構造となっている。その材料としては、電気伝導性に優れ、錆にくく、水素脆性を生じないものが望ましく、具体的にはチタンやステンレスが用いられている。

【0102】ホルダ230、232は、円柱の内部にフランジ230a、232aを持つ形状で、そのフランジ230a、232aで電解質膜220、電極222、224および金属板226、228を挟持する。その材料としては、電気伝導性に優れ、錆にくく、水素脆性を生じないものが望ましく、具体的にはチタンやステンレスが用いられる。ホルダ232の電解質膜220側には、Oリング236が設けられており、一方の電極側の雰囲気

が他方の電極側に漏れるのを防止している。

【0103】ホルダ230、232の外周には、ネジ230b、232bが切られており、これらネジ230b、232bと絶縁性部材234の内側に切られた2つのネジ234a、234bとを互いに螺合することで、両ホルダ230、232は、その間の電極222、電解質膜220および電極224を挟持した状態で連結される。なお、絶縁性部材234の材料としては、例えばテフロンが用いられている。

【0104】また、この一酸化炭素センサ212は、一方側のホルダ230にネジ合いにて連結されるガス流入通路238を備えている。このガス流入通路238は、被検出ガスを電極222に導く通路であり、絶縁性の材料から形成されている。なお、他方側のホルダ232には、特別なガス通路は接続されておらず、電極224は大気に開放された状態となっている。

【0105】さらに、この一酸化炭素センサ212は、両ホルダ230、232に設けられた検出端子230T、232Tに電氣的に接続される電気回路240を備えている。この電気回路240は、電圧計242と負荷電流調整用の抵抗器244とから構成されており、両者を並列して上記検出端子230T、232Tの間に接続したものである。なお、燃料ガスが供給される電極222側のホルダ230の検出端子230Tはマイナス極、大気に連通する電極224側のホルダ232の検出端子232Tはプラス極となるように電圧計242が接続されている。また、電圧計242の信号は外部の制御系統、即ち、電子制御ユニット90Aに出力される。

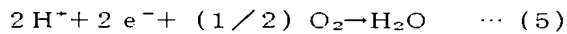
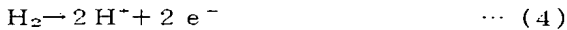
【0106】こうして構成された一酸化炭素センサ212は、CO選択酸化反応器34と燃料電池スタック20



とを連結する流路にネジ合にて連結されており、燃料電池スタック 20 に供給する燃料ガス中の CO 濃度の検出に用いられている。

【0107】この一酸化炭素センサ 212 により水素リッチガスである被検出ガスに含まれる一酸化炭素が検出される様子について説明する。一酸化炭素センサ 212 の電極 222 に被検出ガスが供給されると、電極 222 には水素が、電極 224 には大気中の酸素が供給されることになるから、各電極 222, 224 の電解質膜 220 側の表面で次式 (4) および (5) で示す反応が行なわれる。

【0108】



【0109】この反応は、水素と酸素とを燃料として発電する燃料電池における反応であるから、両電極 222, 224 間には、起電力が生じる。この実施例では、両電極 222, 224 間に抵抗器 244 が接続されていることから、電極 222, 224 間に所定負荷を接続して所定の電流を流した際の電極 222, 224 間の電位差が、電圧計 242 により検出されることになる。この電位差は、被検出ガス中に含まれる一酸化炭素の濃度が高くなるにつれて小さくなる。この現象は次の理由による。

【0110】電極 222 には触媒としての白金を担持したカーボン粉が練り込まれているから、電極 222 では前述した式 (4) の反応を行なうが、被検出ガス中に一酸化炭素が存在すると、一酸化炭素が触媒に吸着して触媒の被毒状態を発生させる。この被毒状態の程度は、被検出ガス中の一酸化炭素濃度が高い場合には大きく、一酸化炭素濃度が低い場合には小さい。このため、電極 222 および電極 224 で式 (4) および (5) の反応を連続的に行ない、検出端子 230 T と検出端子 232 T との電位差を測定すれば、被検出ガス中の一酸化炭素の濃度が電位差に反映され、一酸化炭素を検出することができる。従って、検出端子 230 T と検出端子 232 T との間を抵抗器 244 で接続することで、電極 222 および電極 224 で式 (4) および (5) の反応が連続的に行なわれるようにして、その上で、検出端子 230 T と検出端子 232 T との電位差を測定している。

【0111】こうしたことから、既知の一酸化炭素濃度ガスを使って、一酸化炭素濃度とその時の電圧計 242 の測定値との関係を予め調べておくことにより、被検出ガスの一酸化炭素濃度を測定することが可能となる。なお、この一酸化炭素濃度測定の際の検出感度は水素の影響を受けないことから、燃料電池に供給される燃料ガスのように多量の水素を含んだ被検出ガスにおいても、その中の一酸化炭素濃度を高精度で測定することができる。

【0112】次に、この燃料電池発電システム 210 の

電子制御ユニット 90 A により実行される燃料ガス中の一酸化炭素濃度の低減制御について説明する。この一酸化炭素濃度の低減制御は、第 1 実施例のそれとは相違し、図 12 に示す CO 濃度低減制御ルーチンに従うものである。本ルーチンは、燃料改質装置 30 A の運転が開始され定常状態となった後に、所定時間毎、例えば 100 msec 毎に実行される。

【0113】本ルーチンが実行されると、電子制御ユニット 90 A の CPU 92 A は、一酸化炭素センサ 212 により検出される燃料改質装置 30 A の出口側における燃料ガス中の一酸化炭素の濃度 D を、入出力ポート 98 A を介して読み込む (ステップ S250)。次いで、この一酸化炭素濃度 D が、予め定められた所定値 D0 より大きいか否かを判定する (ステップ S260)。所定値 D0 は、燃料電池スタック 20 が許容できる一酸化炭素濃度の上限であり、ここで、一酸化炭素濃度 D が所定値 D0 以下であると判定されると、特別な処理は不要であるとして、この制御ルーチンの処理を一旦終了する。

【0114】一方、ステップ S260 で一酸化炭素濃度 D が所定値 D0 を上回ったと判定されると、以下の処理を行なう。まず、CO 選択酸化反応器 34 へ所定量 Qa の酸化ガスを導入させるべく、ブロワ 38 を所定駆動量 S で駆動制御する (ステップ S270)。次いで、ステップ S270 により供給されることになった酸化ガス導入量 Qa を所定値 k で割って、その得られる商を CO 選択酸化反応器 34 への目標水導入量 Qw とする (ステップ S280)。その後、その求めた目標水導入量 Qw に基づいて電動バルブ 42 の開度を制御することにより、水導入管 40 から Qw の量の水を CO 選択酸化反応器 34 に導入する。なお、電動バルブ 42 は、第 1 実施例では開閉制御されるだけであつたが、この実施例では、その開度が制御されている。ステップ S280 の実行後、この制御ルーチンの処理を一旦終了する。

【0115】即ち、上記 CO 濃度低減制御ルーチンによれば、一酸化炭素濃度 D が燃料電池スタック 20 で許容できない高濃度となったとき、CO 選択酸化反応器 34 へ所定量 Qa の酸化ガスが導入されるとともに、その酸化ガスの導入量 Qa に応じた量 Qw の水が CO 選択酸化反応器 34 へ導入される。この酸化ガス導入量 Qa と水導入量 Qw との関係を示したのが図 13 に示すグラフである。この図 13 に示すように、酸化ガス導入量 Qa に対して一定の比率 k となる水導入量 Qw の水が CO 選択酸化反応器 34 へ導入される。

【0116】このため、燃料ガス中の一酸化炭素濃度が高濃度となったときに、CO 選択酸化反応器 34 へ酸化ガスが導入されることで、酸化反応による一酸化炭素濃度の低減がなされる。それとともに、酸化反応による発熱が生じるが、CO 選択酸化反応器 34 へ水が導入されることで、その水の気化熱によって CO 選択酸化反応器 34 は冷却される。しかも、前述したように酸化ガスの

導入量 $Q_a$ と水の導入量 $Q_w$ との比率を一定とすることにより、酸化反応に伴う発熱の量に応じてCO選択酸化反応器34の冷却の程度を定めることができる。

【0117】したがって、CO選択酸化反応器34の運転温度が所望の温度域、即ち、触媒の活性温度域から上回るのを防止することができる。この結果、燃料ガス中の一酸化炭素濃度を確実に低減することができる。

【0118】また、この第2実施例では、水の導入量制御にあたって、酸化ガスの導入量 $Q_a$ に対して常に一定の比率となるよう水の導入量 $Q_w$ を定めればよく、制御が容易であるといった効果も奏する。

【0119】この第2実施例では、一酸化炭素濃度 $D$ が高濃度となったとき、所定量 $Q_a$ の酸化ガスを導入する構成となっているが、この酸化ガスの導入量 $Q_a$ は、検出した一酸化炭素濃度 $D$ と所定値 $D_0$ との偏差に応じて大きさを定める構成としてもよい。即ち、その偏差が大きいくほど導入量 $Q_a$ を大きくして、一酸化炭素濃度 $D$ の所定値 $D_0$ への復帰を素早くする。なお、酸化ガスの導入量 $Q_a$ が可変する構成となっても、この実施例では、上述したように酸化ガスの導入量 $Q_a$ に対して一定の比率となるよう水の導入量 $Q_w$ が定められていることから、CO選択酸化反応器34の運転温度が所望の温度域を上回るのを防止することができる。

【0120】また、この第2実施例では、一酸化炭素濃度 $D$ が高濃度となったときに、CO選択酸化反応器34に所定量 $Q_a$ の酸化ガスを導入することにより、一酸化炭素濃度を低減する構成としていたが、これに換えて、CO選択酸化反応器34へは常時一定量の酸化ガスを導入するようにして、一酸化炭素濃度 $D$ が高濃度となったときに、酸化ガスの導入量を所定量だけ増量する構成としてもよい。このとき、増量後の酸化ガスの導入量と水の導入量とが一定の比率となるよう水の導入量の制御も行なう。なお、この第2実施例における、一酸化炭素濃度 $D$ が高濃度となったときに、CO選択酸化反応器34に所定量 $Q_a$ の酸化ガスを導入する構成については、一般的なものであり、第1実施例においてもそのまま採用される構成としてもよい。

【0121】また、この第2実施例では、CO選択酸化反応器34への酸化ガス導入量 $Q_a$ を、一酸化炭素センサ112により得られる一酸化炭素濃度の情報に基づいて求めるよう構成されていたが、これに替えて、他のパラメータから酸化ガス導入量 $Q_a$ を求める構成としてもよい。他のパラメータとしては、例えば、燃料電池スタック20の電池出力の情報が該当する。即ち、燃料電池スタック20の電池出力が低下したら、その電池出力の低下は、燃料電池スタック20のアノードの電極触媒のCO被毒現象によるものだと判断して、電池出力が復帰するように、CO選択酸化反応器34への酸化ガス導入量 $Q_a$ を制御する。

【0122】次に、本発明の第3の実施例である燃料電

池発電システム310について説明する。図14は、第3実施例の燃料電池発電システム310の構成の概略を示すブロック図である。図示するように、この燃料電池発電システム310は、第1実施例の燃料電池発電システム10と比較して、CO選択酸化反応器34に温度センサ52を備えていないこと、燃料改質装置30Bの改質反応器32から出力される改質ガスの流量を検出するガス流量計312を備えていることが相違し、その他のハードウェア構成については第1実施例と同一である。なお、同一の構成については、同一の符号を付し、その説明は省略する。

【0123】ガス流量計312は、燃料改質装置30Bの改質反応器32とCO選択酸化反応器34とを連結する連絡管36の途中、詳しくは、酸化ガスの導入管37の連結部より上流側の途中に設けられており、改質反応器32からの改質ガスの流量を検出する。なお、ガス流量計312は、電子制御ユニット90の入出力ポート98Bと電気的に接続されている。

【0124】次に、この燃料電池発電システム310の電子制御ユニット90Bにより実行される燃料ガス中の一酸化炭素濃度の低減制御について説明する。この一酸化炭素濃度の低減制御は、第1実施例のそれとは相違し、図15に示すCO濃度低減制御ルーチンに従うものである。本ルーチンは、燃料改質装置30Bの運転が開始され定常状態となった後に、所定時間毎、例えば100msec毎に実行される。

【0125】本ルーチンが実行されると、電子制御ユニット90BのCPU92Bは、ガス流量計312により検出される改質反応器32の出口側における改質ガスの流量 $Q_h$ を、入出力ポート98Bを介して読み込む(ステップS350)。次いで、この改質ガス流量 $Q_h$ に基づいて、CO選択酸化反応器34への水の目標導入量 $Q_w$ を算出する(ステップS360)。具体的には、電子制御ユニット90BのROM94Bに予め格納された図16の関係を表わすマップを用いて、そのマップに上記改質ガス流量 $Q_h$ を照らして、その改質ガス流量 $Q_h$ に対応する目標水導入量 $Q_w$ を求める。その後、その求めた目標水導入量 $Q_w$ に基づいて電動バルブ42の開度を制御することにより、水導入管40から $Q_w$ の量の水をCO選択酸化反応器34に導入する(ステップS370)。その後、この制御ルーチンの処理を一旦終了する。

【0126】即ち、上記CO濃度低減制御ルーチンによれば、改質反応器32の出口側における改質ガスの流量 $Q_h$ に応じて定まる量の水がCO選択酸化反応器34へ導入される。

【0127】CO選択酸化反応器34の発熱の程度は、CO選択酸化反応器34に供給される改質ガス中の一酸化炭素ガスの量により左右される。改質反応器32が少なくとも一定状態で運転されている場合には、改質ガス

中の一酸化炭素の量は、改質ガスの全体量に比例して変化する。従って、改質ガスの流量 $Q_h$ が多いほど、CO選択酸化反応器34の発熱も多くなるから、前述したように、改質ガスの流量 $Q_h$ に基づきCO選択酸化反応器34への水量を制御することにより、CO選択酸化反応器34の発熱の程度に応じてCO選択酸化反応器34の冷却の程度を調節することができる。このため、CO選択酸化反応器の運転温度が所定の範囲から逸脱するのを防ぐことができる。

【0128】次に、本発明の第4の実施例である燃料電池発電システム410について説明する。図17は、第4実施例の燃料電池発電システム410の構成の概略を示すブロック図である。図示するように、この燃料電池発電システム410は、第3実施例の燃料電池発電システム310と比較して、ガス流量計312に替えて、改質反応器32から出力される改質ガス中の一酸化炭素濃度を検出する一酸化炭素センサ412を備えていることが相違し、その他のハードウェア構成については第1実施例と同一である。なお、同一の構成については、同一の符号を付し、その説明は省略する。

【0129】一酸化炭素センサ412は、第2実施例で用いた一酸化炭素センサ212と同じ構成のもので、燃料改質装置30Bの改質反応器32とCO選択酸化反応器34とを連結する連絡管36の途中、詳しくは、酸化ガスの導入管37の連結部より上流側の途中に設けられている。なお、一酸化炭素センサ412は、電子制御ユニット90の入出力ポート98Cと電気的に接続されている。

【0130】次に、この燃料電池発電システム310の電子制御ユニット90Cにより実行される燃料ガス中の一酸化炭素濃度の低減制御について説明する。この一酸化炭素濃度の低減制御は、図18に示すCO濃度低減制御ルーチンに従うものである。本ルーチンは、燃料改質装置30Cの運転が開始され定常状態となった後に、所定時間毎、例えば100msec毎に実行される。

【0131】本ルーチンが実行されると、電子制御ユニット90CのCPU92Cは、一酸化炭素センサ412により検出される改質反応器32の出口側における改質ガス中の一酸化炭素濃度 $D_1$ を、入出力ポート98Cを介して読み込む(ステップS450)。次いで、この一酸化炭素濃度 $D_1$ に基づいて、CO選択酸化反応器34への水の目標導入量 $Q_w$ を算出する(ステップS460)。具体的には、電子制御ユニット90CのROM94Cに予め格納された図19の関係を表わすマップを用いて、そのマップに上記一酸化炭素濃度 $D_1$ を照らし、その一酸化炭素濃度 $D_1$ に対応する目標水導入量 $Q_w$ を求める。その後、その求めた目標水導入量 $Q_w$ に基づいて電動バルブ42の開度を制御することにより、水導入管40から $Q_w$ の量の水をCO選択酸化反応器34に導入する(ステップS470)。その後、この制御ル

ーチンの処理を一旦終了する。

【0132】また、この第4実施例の燃料電池発電システム410のCO選択酸化反応器34にあっては、第1実施例や第2実施例と同様に、一酸化炭素濃度に応じて酸化ガスの導入量を制御する処理が行なわれる。なお、第2実施例では、一酸化炭素センサ112が設けられたCO選択酸化反応器34の出口側の一酸化炭素濃度を利用していたが、これに替えて、この第4実施例では、CO選択酸化反応器34の入口側に位置する一酸化炭素センサ412により検出された一酸化炭素濃度 $D_1$ を利用している。

【0133】以上詳述したように、上記CO濃度低減制御ルーチンによれば、改質反応器32からの改質ガス中の一酸化炭素濃度 $D_1$ に応じて水導入管40からの水の導入量が制御される。さらに、その一酸化炭素濃度 $D_1$ に応じて導入管37からの酸化ガスの導入量も制御される。

【0134】CO選択酸化反応器34における酸化反応の程度は、CO選択酸化反応器34に供給される改質ガス中の一酸化炭素濃度 $D_1$ により変化する。このため、前述したように、改質ガス中の一酸化炭素濃度 $D_1$ に応じてCO選択酸化反応器34への水の導入量を制御することにより、酸化反応の程度に応じたCO選択酸化反応器34の冷却の程度の調節が可能となる。特に、この実施例では、一酸化炭素濃度 $D_1$ に応じて酸化ガスの導入量も制御されていることから、酸化反応に必要な十分な量の酸化ガスがCO選択酸化反応器34に供給されることになるので、一酸化炭素濃度 $D_1$ が高いときのCO選択酸化反応器34の発熱量が大きくなるが、上述したように、一酸化炭素濃度 $D_1$ に応じてCO選択酸化反応器34の冷却の程度が調節されることから、CO選択酸化反応器34の運転温度を所定の範囲から逸脱するのを十分に防ぐことができる。

【0135】次に、本発明の第5の実施例である燃料電池発電システム510について説明する。図20は、第5実施例の燃料電池発電システム510の構成の概略を示すブロック図である。図示するように、この燃料電池発電システム510は、第1実施例の燃料電池発電システム110の構成をそのまま備えた上で、さらに、燃料電池スタック20のインピーダンスを検出するインピーダンス計512を備える。なお、同一の構成については、同一の符号を付し、その説明は省略する。

【0136】インピーダンス計512は、燃料電池スタック20の所定の電池セルのアノード22とカソード23との間に設けられている。インピーダンス計512は、両電極間に交流信号を印加し、定電圧印加の場合には電流値から、また定電流を流す場合には電圧値から交流抵抗値、即ちインピーダンスを検出する。ここで、一般に交流信号は100Hz~10kHzの範囲が用いられる。なお、インピーダンス計512は、電子制御ユニッ

ト90Dの入出力ポート98Dと電氣的に接続されている。

【0137】次に、この燃料電池発電システム510の電子制御ユニット90Dにより実行される制御処理について説明する。この電子制御ユニット90Dは、第1実施例と同一のCO濃度の低減制御（図5を用いて説明したもの）を実行し、さらには、次のような燃料電池スタック20の加湿制御を実行する。この加湿制御は、図21に示す加湿制御ルーチンに従うものである。本ルーチンは、燃料改質装置30Dの運転が開始され定常状態となつた後に、CO濃度低減制御ルーチンとは独立に、所定時間毎、例えば100msec毎に実行される。

【0138】本ルーチンが実行されると、電子制御ユニット90DのCPU92Dは、インピーダンス計512により検出されるインピーダンスZを、入出力ポート98Dを介して読み込む（ステップS550）。次いで、このインピーダンスZが、予め定められた所定値Z0より大きいか否かを判定する（ステップS560）。

【0139】燃料電池スタック20は、その運転条件により、電解質膜41が部分的に濡れすぎや乾きすぎの状態になる。この状態はアノード42とカソード43間のインピーダンスZから検知することができる。ステップS560で所定値Z0を越えたと判別されたとき、燃料電池スタック20の電解質膜41は乾きすぎの状態にあると判定して、水導入管40に設けられる電動バルブ42の開度Vを予め定めた所定量ΔVだけ開き側に制御する（ステップS570）。この結果、水導入管40からCO選択酸化反応器34に供給される水が増量されることから、CO選択酸化反応器34から出力される燃料ガスは水蒸気が増量されたものとなる。これによって、燃料電池スタック20は加湿されてインピーダンスZは下げられる。

【0140】ステップS570の実行後、この制御ルーチンの処理を一旦終了する。一方、ステップS560で、インピーダンスZが所定値Z0以下であると判別されたときにも、この制御ルーチンの処理を一旦終了する。

【0141】以上詳述したように、この第5実施例の燃料電池発電システム510では、インピーダンス計512で検出された燃料電池の電極間のインピーダンスから、燃料電池の電解質膜21が乾きすぎの状態にあるかを判定し、乾きすぎの状態にあると判定されたときには、水導入管40からCO選択酸化反応器34に供給される水を増量して、CO選択酸化反応器34から燃料電池スタック20に送られる燃料ガス中の水蒸気量を高めている。このため、燃料電池スタック20の電解質膜21の含水率を一定の範囲に維持することができる。したがって、燃料電池スタック20の電解質膜21が乾きすぎや濡れすぎの状態となることを防止することができ、燃料電池スタック20は安定した高出力を維持する

ことができる。

【0142】この第5実施例では、インピーダンス計512は、燃料電池スタック20のうちの所定の電池セルのアノード22とカソード23との間のインピーダンスを検出するものであったが、これに換えて、燃料電池スタック20を構成する全ての電池セルに渡ってインピーダンスを測定して平均の値をとる構成としてもよいし、あるいは総和をとる構成としてもよい。さらには、燃料電池スタック20の構造上の特徴から、例えばエンドプレートに近い電池セルは濡れすぎ、渴きすぎが起こりやすいことがわかっていれば、そうした特定のセルのみのインピーダンスを測定する構成としてもよい。

【0143】また、インピーダンスを測定する構成に換えて、燃料電池スタック20の所定のセルの電極間の直流抵抗を測定する構成としてもよい。燃料電池の場合、その動作中には、燃料電池自体が直流の起電力を発生させているために、燃料電池の直流抵抗を直接測定することはできない。しかしながら、燃料電池スタック20に接続された負荷を数ミリ秒程度のごく僅かな時間だけ、切り放し、この間に直流抵抗を測定した後、再び、燃料電池スタック20を負荷に接続することにより、直流抵抗を測定することも可能である。この直流抵抗から、燃料電池スタック20の電解質膜21の含水率を測定して、その測定結果に応じてCO選択酸化反応器34への水の導入量を制御する構成とすればよい。

【0144】次に、本発明の第6の実施例である燃料電池発電システム610について説明する。図22は、第6実施例の燃料電池発電システム610の構成の概略を示すブロック図である。図示するように、この燃料電池発電システム610は、第3実施例の燃料電池発電システム310の構成をそのまま備えた上で、さらに、燃料電池スタック20へ供給される燃料ガスの流量Qを検出する流量センサ612と、その燃料ガスの圧力Pを検出する圧力センサ614とを備える。なお、第3実施例と同一の構成については、同一の符号を付し、その説明は省略する。

【0145】流量センサ612および圧力センサ614は、燃料改質装置30Eと燃料電池スタック20とを連結する流路の途中にそれぞれ設けられるもので、燃料電池スタック20へ供給される燃料ガスについてのガス流量Qおよびガス圧力Pを検出する。なお、両センサ612、614は、電子制御ユニット90Eの入出力ポート98Eと電氣的に接続されている。

【0146】次に、この燃料電池発電システム510の電子制御ユニット90Eにより実行される制御処理について説明する。この電子制御ユニット90Eは、第3実施例と同様のCO濃度の低減制御を実行するとともに、CO選択酸化反応器34への水導入量の最大値を求める処理を実行する。この最大値を求める処理は、図23に示す最大水導入量算出ルーチンに従うものである。本ル

ーチンは、燃料改質装置 30 E の運転が開始され定常状態となった後に、CO 濃度低減制御ルーチンとは独立に、所定時間毎、例えば 100 msec 毎に実行される。

【0147】本ルーチンが実行されると、電子制御ユニット 90 E の CPU 92 E は、流量センサ 612 により検出される燃料ガスのガス流量 Q と圧力センサ 614 により検出されるガス圧力 P を、入出力ポート 98 E を介して読み込む (ステップ S 630)。次いで、その読み込んだガス圧力 P と燃料電池スタック 20 の運転温度 T から、燃料ガスが燃料電池スタック 20 に流入した際の水蒸気分圧 A を求める (ステップ S 640)。燃料電池スタック 20 の運転温度 T は、これまでに詳述して来なかったが一定の温度となるよう制御されており、固体高分子型の燃料電池にあつては、例えば、80℃に制御されていることから、この 80℃をステップ S 640 の算出では用いる。ステップ S 640 では、ROM 94 E に予め格納されたマップに照らし合わせることで、ガス圧力 P とガス温度 T から求める。次いで、この水蒸気分圧 A にステップ S 630 で読み込んだガス流量 Q を掛けることにより、燃料ガスが燃料電池スタック 20 に流入した際の飽和水蒸気量 B を求める (ステップ S 650)。

【0148】続いて、CPU 92 は、別の制御ルーチンで行なっている改質反応器 32 へのメタノールおよび水の供給量制御から、改質反応器 32 で改質反応に供される炭化水素と水 (水蒸気) の比率 (以下、S/C 比と呼ぶ) を求めて、この S/C 比から単位体積当たりの水量 W を求める (ステップ S 660)。その後、この水量 W を、ステップ S 640 で求めた水蒸気分圧 A で割って湿度 H を求める (ステップ S 670)。続いて、ステップ S 650 で求めた飽和水蒸気量 B から、ステップ S 670 で求めた湿度 H とステップ S 630 により読み込んだガス流量 Q とを乗算したものを引いて最大水導入量 Wm を求める (ステップ S 680)。その後、この算出ルーチンの処理を一旦終了する。

【0149】こうして求められた最大水導入量 Wm は、燃料改質装置 30 E から出て燃料電池スタック 20 へ流入された燃料ガスにあつて、その水分が、燃料ガスの圧力 P および燃料電池の運転温度 T で飽和する、すなわち、湿度が 100 [%] となるための水の導入量である。

【0150】一方、電子制御ユニット 90 E で実行される CO 濃度の低減制御は、次のようになる。図 24 は、電子制御ユニット 90 E で実行される CO 濃度低減制御ルーチンを示すフローチャートである。このルーチンは、第 3 実施例と同様、所定時間毎、例えば 100 msec 毎に実行される。

【0151】このルーチンが実行されると、電子制御ユニット 90 E の CPU 92 E は、第 3 実施例の CO 濃度低減制御ルーチンのステップ S 350、S 360 と同じ

処理を実行することで、改質ガスの流量 Qh に基づいて目標水導入量 Qw を算出する (ステップ S 690、S 692)。次いで、目標水導入量 Qw が、前記最大水導入量算出ルーチンで求めた最大水導入量 Wm を越えるか否かを判定し (ステップ S 694)、越えると判定されたときに、その最大水導入量 Wm を目標水導入量 Qw の値に設定する (ステップ S 696)。一方、ステップ S 694 で、目標水導入量 Qw が最大水導入量 Wm を越えないと判定されたときには、ステップ S 696 の処理を実行せずに、目標水導入量 Qw はステップ S 692 で算出されたままの値とする。

【0152】その後、第 3 実施例の CO 濃度低減制御ルーチンのステップ S 370 と同様に、その求めた目標水導入量 Qw に基づいて電動バルブ 42 の開度を制御して (ステップ S 698)、この制御ルーチンの処理を一旦終了する。

【0153】即ち、この CO 濃度低減制御ルーチンによれば、CO 選択酸化反応器 34 への目標水導入量 Qw が、最大水導入量 Wm を越えない、即ち、燃料ガス中の水分が燃料ガスの圧力 P および燃料電池の運転温度 T で過飽和とならないよう制御される。

【0154】したがって、この第 6 実施例の燃料電池発電システム 610 では、燃料改質装置 30 E から出力した燃料ガスが、過飽和状態で燃料電池スタック 20 内に流入されることがない。このため、燃料ガスの過飽和分の水蒸気が燃料電池スタック 20 内で凝結して液体状態の水となつて、燃料電池内の燃料ガスの流路 24p を閉塞してしまう現象を防止することができる。この結果、燃料電池スタック 20 を高い電池出力で安定して運転し続けることができる。

【0155】なお、この第 6 実施例の燃料電池発電システム 610 は、第 3 実施例の燃料電池発電システム 310 に最大水導入量 Wm の制限を加えた構成であるが、これに換えて、その他の実施例 (第 1、第 2、第 4 および第 5 実施例) の燃料電池発電システムに最大水導入量 Wm の制限を加える構成としてもよい。即ち、第 2、第 4 および第 5 実施例では、CO 濃度低減制御ルーチンで求めた目標水導入量 Qw が最大水導入量 Wm を越えるときに、目標水導入量 Qw をその最大水導入量 Wm の値に設定する、上記ステップ S 694 および S 696 と同一の処理を施すよう構成する。他方、第 1 実施例では、CO 濃度低減制御ルーチンのステップ S 140 で制御する電動バルブ 42 の開度を、その開度で実現される水の導入量が最大水導入量 Wm を越えないような値に設定するよう構成する。

【0156】これら構成によれば、第 6 実施例と同様に、燃料改質装置から出力した燃料ガスが、過飽和状態で燃料電池スタック 20 内に流入されることがない。この結果、燃料ガスの過飽和分の水蒸気の凍結によって燃料ガスの流路 24p を閉塞してしまう現象を防止するこ

とができる。

【0157】次に、本発明の第7の実施例である燃料電池発電システム710について説明する。図25は、第7実施例の燃料電池発電システム710の構成の概略を示すブロック図である。図示するように、この燃料電池発電システム710は、第6実施例の燃料電池発電システム610の構成をそのまま備えた上で、さらに、燃料電池スタック20から燃料ガスを外部に送る燃料ガス排出通路712の開度を調整する背圧調整弁714を備える。なお、第1実施例と同一の構成については、同一の符号を付し、その説明は省略する。

【0158】背圧調整弁714は、電子制御ユニット90Fの入出力ポート98Fと電気的に接続されており、電子制御ユニット90Fから制御信号を受けてその開度が調整される。

【0159】次に、この燃料電池発電システム710の電子制御ユニット90Fにより実行される制御処理について説明する。この電子制御ユニット90Fは、第6実施例と同一の最大水導入手算出ルーチン（図23を用いて説明したもの）と第3実施例（第6実施例ではない）と同一のCO濃度低減制御ルーチンを実行し、さらには、次のような燃料ガスの圧力を制御する処理を実行する。この燃料ガスの圧力を制御する処理は、図26に示す燃料ガス圧制御ルーチンに従うものである。本ルーチンは、燃料改質装置30Fの運転が開始され定常状態となった後に、最大導入手算出ルーチン、CO濃度低減制御ルーチンとは独立に、所定時間毎、例えば100msec毎に実行される。

【0160】本ルーチンが実行されると、電子制御ユニット90FのCPU92Fは、第6実施例で説明した最大水導入手算出ルーチンで求めた最大水導入手量 $W_m$ と、第3実施例で説明したCO濃度低減制御ルーチンで求めた目標水導入手量 $Q_w$ とを読み込む（ステップS750）。次いで、その目標水導入手量 $Q_w$ がその最大水導入手量 $W_m$ を越えるか否かを判定し（ステップS760）、越えると判定されたときに、背圧調整弁714を微小な所定量 $\Delta V$ だけ閉方向に制御することにより、燃料ガス排出通路712のガス圧力 $P$ を高める（ステップS770）。その後、この制御ルーチンの処理を一旦終了する。

【0161】一方、ステップS760で、目標水導入手量 $Q_w$ が最大水導入手量 $W_m$ を越えないと判定されたときには、ステップS770の処理を実行せずに、この制御ルーチンの処理を一旦終了する。

【0162】即ち、この背圧調整弁制御ルーチンによれば、CO選択酸化反応器34への目標水導入手量 $Q_w$ が、最大水導入手量 $W_m$ を越えるようなときには、背圧調整弁714を閉側に制御することにより、燃料ガス排出通路712のガス圧力 $P$ を徐々に高める（ステップS770）。燃料ガスの圧力 $P$ が高くなると、燃料ガスの飽和

水蒸気量が大きくなることから、CO濃度低減制御ルーチンで算出される目標水導入手量 $Q_w$ を変更することなしに、燃料ガスが過飽和状態で燃料電池に流入することを防止することができる。

【0163】したがって、この第7実施例の燃料電池発電システム710では、第6実施例と同様に、燃料ガスの過飽和分の水蒸気が燃料電池スタック20内で凝結して液体状態の水となって、燃料電池内の燃料ガスの流路24pを閉塞してしまう現象を防止することができる。この結果、燃料電池スタック20を安定した高い電池出力で運転し続けることができる。特に、この実施例では、CO選択酸化反応器34へは、CO濃度低減制御ルーチンで算出されたままの目標水導入手量 $Q_w$ の水が供給されることから、必要とするだけより多くの水の導入が可能となるといった効果も奏する。

【0164】なお、この第7実施例の燃料電池発電システム710は、第6実施例の燃料電池発電システム610と同様、第3実施例の燃料電池発電システム10に適用される構成であるが、これに換えて、第6実施例と同様、その他の実施例（第1、第2、第4および第5実施例）に適用する構成とすることもできる。

【0165】次に、本発明の第8の実施例である燃料電池発電システム810について説明する。図27は、第8実施例の燃料電池発電システム810の構成の概略を示すブロック図である。図示するように、この燃料電池発電システム810は、第7実施例の燃料電池発電システム610の構成をそのまま備えた上で、さらに、次のようなハードウェア構成を備える。即ち、燃料電池発電システム810は、燃料電池スタック20から酸化ガスを外部に送る酸化ガス排出通路812の開度を調整する背圧調整弁814と、燃料ガス排出通路712の上流側に設けられ、燃料ガスの圧力を検出する第1圧力センサ816と、酸化ガス排出通路812の上流側に設けられ、酸化ガスの圧力を検出する第2圧力センサ818とを備える。なお、第1実施例と同一の構成については、同一の符号を付し、その説明は省略する。

【0166】背圧調整弁814は、電子制御ユニット90Gの入出力ポート98Gと電気的に接続されており、電子制御ユニット90Gから制御信号を受けてその開度が調整される。第1圧力センサ816、第2圧力センサ818も、電子制御ユニット90Gの入出力ポート98Gと電気的に接続されており、検出された圧力値が電子制御ユニット90Gに送られる。

【0167】次に、この燃料電池発電システム810の電子制御ユニット90Gにより実行される制御処理について説明する。この電子制御ユニット90Gは、第7実施例と同一の制御ルーチン（燃料ガス圧制御ルーチン、最大水導入手算出ルーチンおよびCO濃度低減制御ルーチン）を実行し、さらには、次のような酸化ガスの圧力を制御

する処理は、図 28 に示す酸化ガス圧制御ルーチンに従うものである。本ルーチンは、燃料改質装置 30E の運転が開始され定常状態となった後に、その他の制御ルーチンとは独立に、所定時間毎、例えば 100 msec 毎に実行される。

【0168】本ルーチンが実行されると、電子制御ユニット 90G の CPU 92G は、まず、第 1 および第 2 圧力センサ 816, 818 により検出した燃料ガスの圧力  $P_a$  と酸化ガスの圧力  $P_c$  とを読み込む (ステップ S850)。

【0169】次いで、燃料ガスの圧力  $P_a$  から酸素含有ガスの圧力  $P_c$  を差し引いて、圧力差  $\Delta P$  を求める (ステップ S860)。続いて、その圧力差  $\Delta P$  が値 0 より大きいのか否か、所定値  $\alpha$  ( $>0$ ) 以下であるのか否かをそれぞれ判定する (ステップ S870, S880)。所定値  $\alpha$  は、使用する電解質膜の種類、特に、その厚さに強く依存し、例えば、0.2 [kPa] である。ステップ S870 で、否定判定、即ち、圧力差  $\Delta P$  が値 0 以下であると判定されると、酸化ガス排出通路 812 の背圧調整弁 814 の開度を所定値  $V_0$  だけ開き側に制御することにより、酸素含有ガスの圧力  $P_c$  を低減する (ステップ S890)。この結果、圧力差  $\Delta P$  は値 0 より大きな値となる。

【0170】ステップ S890 で、否定判定、即ち、圧力差  $\Delta P$  が所定値  $\alpha$  より大きいと判定されたときには、酸化ガス排出通路 812 の背圧調整弁 814 の開度を所定値  $V_0$  だけ閉じ側に制御することにより、酸化ガスの圧力  $P_c$  を増大する (ステップ S892)。この結果、圧力差  $\Delta P$  は所定値  $\alpha$  以下の値となる。

【0171】なお、ステップ S890 または S892 の実行後、または、ステップ S870 およびステップ S880 でそれぞれ肯定判定、即ち、 $0 < \Delta P \leq \alpha$  の関係を満たすと判定されたとき、処理を「リターン」に進めて、この処理を一旦終了する。

【0172】即ち、この酸化ガス圧制御処理によれば、酸化ガス排出通路 812 の背圧調整弁 814 の開度  $V_c$  を調整することにより、燃料ガスの圧力  $P_a$  から酸化ガスの圧力  $P_c$  を差し引いた圧力差  $\Delta P$  が、常に値 0 から所定値  $\alpha$  の範囲に収まるよう制御される。この結果、第 7 実施例で説明した燃料ガス圧制御ルーチンで、燃料ガス排出通路 712 の背圧調整弁 814 の開度が閉じ側に制御されて、燃料ガスの圧力が高くなっても、燃料ガスの圧力  $P_a$  と酸化ガスの圧力  $P_c$  の圧力差  $\Delta P$  が所定の範囲を超えることはない。

【0173】したがって、この第 8 実施例の燃料電池発電システム 810 では、第 7 実施例と同様な効果を奏し、さらには、燃料ガスの圧力  $P_a$  と酸化ガスの圧力  $P_c$  の圧力差  $\Delta P$  が所定の範囲を超えることがないことから、その圧力差  $\Delta P$  により燃料電池スタック 20 の電解質膜 21 が破損するのを防止することができる。

【0174】次に、本発明の第 9 の実施例である燃料電池発電システム 910 について説明する。図 29 は、第 9 実施例の燃料電池発電システム 910 の構成の概略を示すブロック図である。図示するように、この燃料電池発電システム 910 は、第 1 実施例の燃料電池発電システム 10 の構成をそのまま備えた上で、さらに、燃料電池スタック 20 の運転を制御する燃料電池運転用電子制御ユニット 920 を備える。なお、第 1 実施例と同一の構成については、同一の符号を付し、その説明は省略する。

【0175】燃料電池運転用電子制御ユニット 920 は、燃料改質装置 30H の電子制御ユニット 90H と同様に、CPU 922, ROM 924, RAM 926, 入出力ポート 928 を備えており、燃料電池スタック 20 の運転を制御する。なお、電子制御ユニット 90H と燃料電池運転用電子制御ユニット 920 は、電気的に接続されており、燃料電池スタック 20 の運転状態を電子制御ユニット 90H 側で知ることができる。

【0176】次に、燃料改質装置 30H の電子制御ユニット 90H により実行される制御処理について説明する。この電子制御ユニット 90H は、第 1 実施例と同一の CO 濃度低減制御ルーチンを実行し、さらには、次のような燃料電池停止時の処理を実行する。この燃料電池停止時の処理は、図 30 に示す停止時制御ルーチンに従うものである。本ルーチンは、燃料改質装置 30H の運転が開始され定常状態となった後に、その他の制御ルーチンとは独立に、所定時間毎、例えば 100 msec 毎に実行される。

【0177】本ルーチンが実行されると、電子制御ユニット 90H の CPU 92H は、まず、燃料電池運転用電子制御ユニット 920 から停止信号が送られてきたか否かを判定する (ステップ S950)。停止信号は、燃料電池スタック 20 を運転状態から停止状態へ切り換えたときに燃料電池運転用電子制御ユニット 920 から送られてくるもので、ステップ S950 で停止信号が送られてきたことが判明すると、水導入管 40 に設けられる電動バルブ 42 を全開状態に制御する (ステップ S960)。この結果、水導入管 40 から CO 選択酸化反応器 34 に多量の水が供給され、その水による気化熱によって CO 選択酸化反応器 34 内部の温度は急下降する。

【0178】したがって、この第 9 実施例では、燃料電池スタック 20 の停止状態への切り替え時に、CO 選択酸化反応器 34 の温度を速やかに下げることができる。この結果、燃料ガスの発生を速やかに停止することができる。

【0179】なお、上記停止信号は、燃料電池スタック 20 の正常な停止時に発せられるものであってもよいし、緊急停止時に発せられるものであってもよいし、あるいは双方の時に発せられるものであってもよい。

【0180】ここで、上記停止信号は、前述したように



燃料電池スタック 20 の停止時に発せられるものであるが、燃料電池スタック 20 だけに限らず、燃料電池スタック 20 を含む燃料電池発電システム全体の停止時に発せられるものであってもよい。また、燃料電池スタック 20 の停止時を示す停止信号ではなく、燃料改質装置 30 の停止を行なうに際し、その停止に先立って、水導入管 40 に設けられる電動バルブ 42 を全開状態に制御する構成とすることもできる。

【0181】次に、本発明の第 10 の実施例である燃料電池発電システム 1010 について説明する。図 3 1  
は、第 10 実施例の燃料電池発電システム 1010 の構成の概略を示すブロック図である。図示するように、この燃料電池発電システム 1010 は、第 1 実施例の燃料電池発電システム 10 の構成をそのまま備えた上で、さらに、次のようなハードウェア構成を備える。即ち、燃料電池発電システム 1010 は、燃料電池スタック 20 から酸化ガスを外部に送る酸化ガス排出通路 1020 に設けられる凝縮器 1030 と、凝縮器 1030 と水タンク 14 とを結ぶ送水通路 1040 とを備える。なお、第 1 実施例と同一の構成については、同一の符号を付し、その説明は省略する。

【0182】凝縮器 1030 は、水蒸気を凝縮して水を生成するもので、発電に伴い燃料電池スタック 20 のカソードで発生する水蒸気の水として回収される。凝縮器 1030 の出力側は、改質反応器 32 および CO 選択酸化反応器 34 に水を供給する水タンク 14 と送水通路 1040 を介して接続されており、凝縮器 1030 で生成された水が水タンク 14 に送られる。このため、燃料改質装置 30 側からみれば、熱分解反応に使用される水および CO 選択酸化反応器 34 に供給される水が燃料電池スタック 20 の運転に伴って順次補給されることから、水を貯える水タンク 14 が小型で済み、また、水の貯留量も少なくする。また、燃料電池スタック 20 からみれば、カソード側残ガスをそのまま排出すると、大気に放出された残ガスが白煙を上げることになるが、そうした現象を防止することができる。

【0183】なお、固体高分子型の燃料電池スタックにおいては、電解質膜を加湿するために通常、燃料ガスを加湿していること、また、この実施例では、CO 選択酸化反応器 34 に水導入管 40 から水を供給していることから、燃料電池スタック 20 のアノード側から排出されるガス中にも、多量の水蒸気または水滴が含まれている。このため、凝縮器 1030 を、酸化ガス排出通路 1020 に設ける構成に換えて、燃料電池スタック 20 から燃料ガスを外部に送る燃料ガス排出通路 1050 に設ける構成としてもよい。また、酸化ガス排出通路 1020 と燃料ガス排出通路 1050 の双方に凝縮器を設ける構成とすることもできる。

【0184】次に、本発明の第 11 の実施例である燃料電池発電システム 1110 について説明する。図 3 2、

は、第 11 実施例の燃料電池発電システム 1110 の構成の概略を示すブロック図である。図示するように、この燃料電池発電システム 1110 は、第 1 実施例の燃料電池発電システム 10 の構成をそのまま備えた上で、さらに、水導入管 40 の途中に水加圧機構 1120 を備える。なお、第 1 実施例と同一の構成については、同一の符号を付し、その説明は省略する。

【0185】水加圧機構 1120 は、燃料電池スタック 20 から酸化ガスを外部に送る酸化ガス排出通路 1112 の途中に設けられるタービンコンプレッサ 1122 と、水導入管 40 の途中に設けられてタービンコンプレッサ 1122 と同軸上に連結されるタービン 1124 とを備える。こうした構成の水加圧機構 1120 によれば、燃料電池スタック 20 からの排ガスの流れるエネルギーを利用して、水導入管 40 を流れる水が加圧される。水導入管 40 から CO 選択酸化反応器 34 へ水を供給するためには、前述してきた実施例では省略してきたが、ポンプ等の加圧手段により水を加圧する必要があるが、そのための動力に、燃料電池スタック 20 で発電した電気を利用すると、燃料電池発電システム全体のエネルギー効率が低下してしまう。これに対して、この構成によれば、排ガスを利用して水の加圧を行なうことから、燃料電池発電システムのエネルギー効率を低下させることなく、CO 選択酸化反応器 34 への水の供給を行なうことができる。

【0186】なお、この実施例では、燃料電池スタック 20 のアノード側から排出される酸化ガスにより、タービンコンプレッサ 1122 を回転させる構成としたが、これに替えて、燃料電池スタック 20 のカソード側から排出される燃料ガスにより、タービンコンプレッサ 1122 を回転させる構成としてもよい。

【0187】前述してきた各実施例では、固体高分子型の燃料電池 (PEFC) を前提に記述したが、同様にりん酸型燃料電池 (PAFC)、ダイレクトメタノール型燃料電池 (DMFC)、アルカリ型燃料電池 (AFC)、熔融炭酸塩型燃料電池 (MCFC)、固体酸化物型燃料電池 (SOFC) などの他のタイプの燃料電池を用いた燃料電池発電システムにも適用することができる。

【0188】また、前述してきた各実施例では、水素リッチガスの供給源として、メタノール改質器を前提に記述したが、これに換えて、同様に水素を主成分とする改質ガスを生成する他の改質器と組み合わせた燃料電池発電システムにも適用することができる。こうした他の改質器としては、改質の原料の違いから、メタノール、エタノールなどのアルコール類、メタン、プロパン、ブタン等の炭化水素類、ガソリン、軽油などの液体燃料を使うものが該当する。

【0189】以上、本発明の実施の形態について説明したが、本発明はこうした実施の形態に何等限定されるも



のではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲内において、種々なる形態で実施し得ることは勿論である。

#### 【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の好適な一実施例の一酸化炭素濃度低減装置を備える燃料電池発電システム 10 の構成の概略を示すブロック図である。

【図 2】燃料電池スタック 20 のセル構造を示す構造図である。

【図 3】CO 選択酸化反応器 34 の内部とそれに連結される連絡管 36 を破断して示す説明図である。

【図 4】モデルガスにより CO 選択酸化触媒 50 の性能を示すグラフである。

【図 5】燃料改質装置 30 の電子制御ユニット 90 で実行される CO 濃度低減制御ルーチンを示すフローチャートである。

【図 6】他の形態の水供給手段が配設された CO 選択酸化反応器を破断して示す説明図である。

【図 7】他の形態の水供給手段が配設された CO 選択酸化反応器を破断して示す説明図である。

【図 8】他の形態の水供給手段が配設された CO 選択酸化反応器を破断して示す説明図である。

【図 9】他の形態の水供給手段が配設された CO 選択酸化反応器を破断して示す説明図である。

【図 10】第 2 実施例の燃料電池発電システム 210 の構成の概略を示すブロック図である。

【図 11】一酸化炭素センサ 30 の縦断面図である。

【図 12】第 2 実施例の電子制御ユニット 90A で実行される CO 濃度低減制御ルーチンを示すフローチャートである。

【図 13】酸化ガス導入量  $Q_a$  と水導入量  $Q_w$  との関係を示すグラフである。

【図 14】第 3 実施例の燃料電池発電システム 310 の構成の概略を示すブロック図である。

【図 15】第 3 実施例の電子制御ユニット 90B で実行される CO 濃度低減制御ルーチンを示すフローチャートである。

【図 16】改質ガス流量  $Q_h$  と目標水導入量  $Q_w$  との関係を示すグラフである。

【図 17】第 4 実施例の燃料電池発電システム 410 の構成の概略を示すブロック図である。

【図 18】第 4 実施例の電子制御ユニット 90C で実行される CO 濃度低減制御ルーチンを示すフローチャートである。

【図 19】一酸化炭素濃度  $D$  と目標水導入量  $Q_w$  との関係を示すグラフである。

【図 20】第 5 実施例の燃料電池発電システム 510 の構成の概略を示すブロック図である。

【図 21】第 5 実施例の電子制御ユニット 90D で実行される加湿制御ルーチンを示すフローチャートである。

【図 22】第 6 実施例の燃料電池発電システム 610 の

構成の概略を示すブロック図である。

【図 23】第 6 実施例の電子制御ユニット 90E で実行される最大水導入量算出ルーチンを示すフローチャートである。

【図 24】電子制御ユニット 90E で実行される CO 濃度低減制御ルーチンを示すフローチャートである。

【図 25】第 7 実施例の燃料電池発電システム 710 の構成の概略を示すブロック図である。

【図 26】第 7 実施例の電子制御ユニット 90F で実行される燃料ガス圧制御ルーチンを示すフローチャートである。

【図 27】第 8 実施例の燃料電池発電システム 810 の構成の概略を示すブロック図である。

【図 28】第 8 実施例の電子制御ユニット 90G で実行される酸化ガス圧制御ルーチンを示すフローチャートである。

【図 29】第 9 実施例の燃料電池発電システム 910 の構成の概略を示すブロック図である。

【図 30】第 9 実施例の電子制御ユニット 90G で実行される停止時制御ルーチンを示すフローチャートである。

【図 31】第 10 実施例の燃料電池発電システム 1010 の構成の概略を示すブロック図である。

【図 32】第 11 実施例の燃料電池発電システム 1110 の構成の概略を示すブロック図である。

#### 【符号の説明】

10…燃料電池発電システム

12…メタノールタンク

14…水タンク

20…燃料電池スタック

21…電解質膜

22…アノード

23…カソード

24, 25…セパレータ

24p, 25p…流路

26, 27…集電板

30…一酸化炭素センサ

30…燃料改質装置

30A…燃料改質装置

30B…燃料改質装置

30C…燃料改質装置

30D…燃料改質装置

30E…燃料改質装置

30F…燃料改質装置

30H…燃料改質装置

32…改質反応器

34…CO 選択酸化反応器

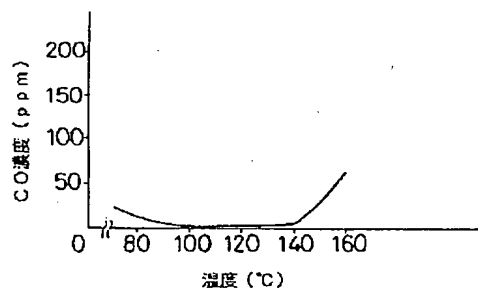
36…連絡管

37…導入管

38…ブロワ

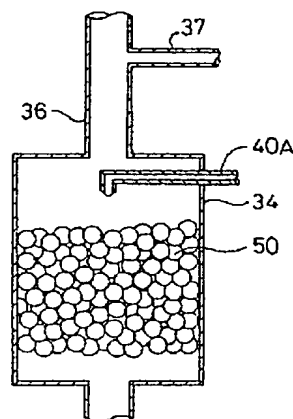
40…水導入管  
 41…電解質膜  
 42…アノード  
 42…電動バルブ  
 43…カソード  
 50…CO選択酸化触媒  
 52…温度センサ  
 80…水噴射弁  
 82…電圧計  
 84…導入管  
 90…電子制御ユニット  
 92…CPU  
 94…ROM  
 96…RAM  
 110…燃料電池発電システム  
 112…一酸化炭素センサ  
 210…燃料電池発電システム  
 212…一酸化炭素センサ  
 220…電解質膜  
 222, 224…電極  
 226, 228…金属板  
 230, 232…ホルダ  
 230T, 232T…換出端子  
 230a, 232a…フランジ  
 230b, 232b…ネジ  
 234…絶縁性部材  
 234a, 234b…ネジ  
 236…Oリング  
 238…ガス流入通路  
 240…電気回路  
 242…電圧計  
 244…抵抗器  
 310…燃料電池発電システム

【図4】

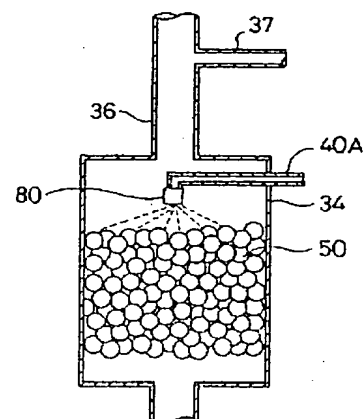


312…ガス流量計  
 410…燃料電池発電システム  
 412…一酸化炭素センサ  
 510…燃料電池発電システム  
 512…インピーダンス計  
 610…燃料電池発電システム  
 612…流量センサ  
 614…圧力センサ  
 710…燃料電池発電システム  
 10 712…燃料ガス排出通路  
 714…背圧調整弁  
 810…燃料電池発電システム  
 812…酸化ガス排出通路  
 814…背圧調整弁  
 816…第1圧力センサ  
 818…第2圧力センサ  
 910…燃料電池発電システム  
 920…燃料電池運転用電子制御ユニット  
 922…CPU  
 20 924…ROM  
 926…RAM  
 928…入出力ポート  
 1010…燃料電池発電システム  
 1020…酸化ガス排出通路  
 1030…凝縮器  
 1040…送水通路  
 1050…燃料ガス排出通路  
 1110…燃料電池発電システム  
 1112…酸化ガス排出通路  
 30 1120…水加圧機構  
 1122…タービンコンプレッサ  
 1124…タービン

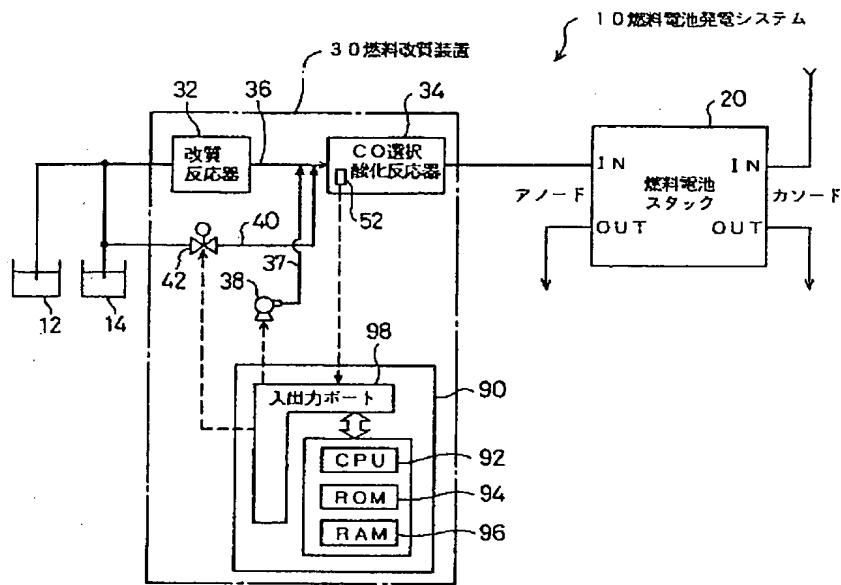
【図6】



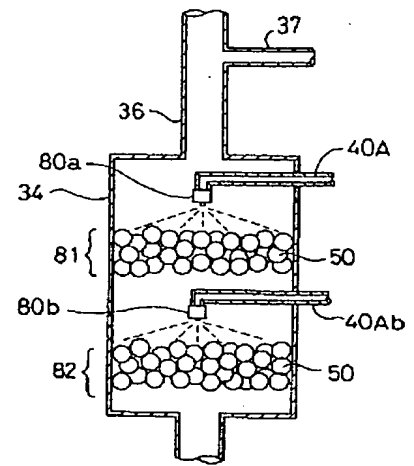
【図7】



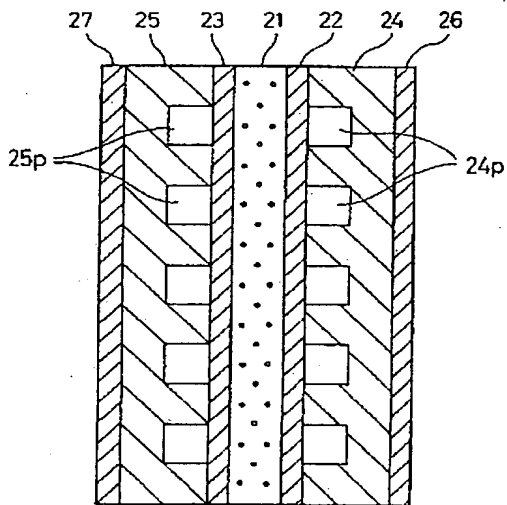
【図1】



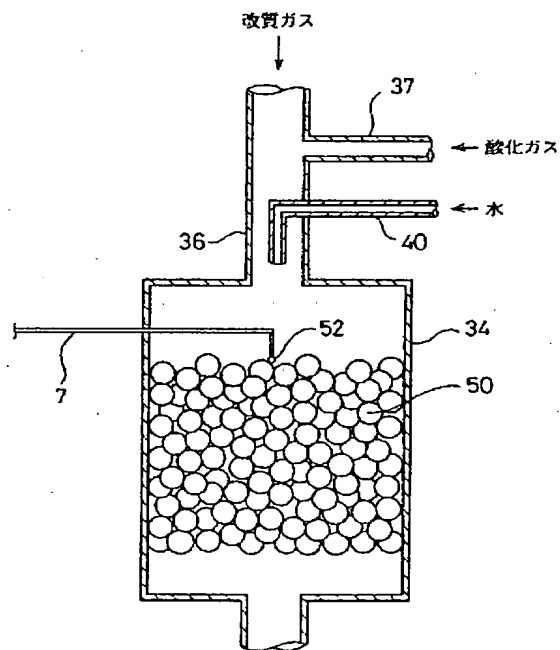
【図8】



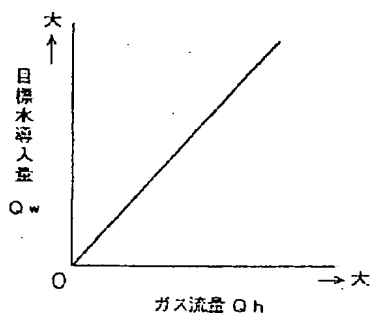
【図2】



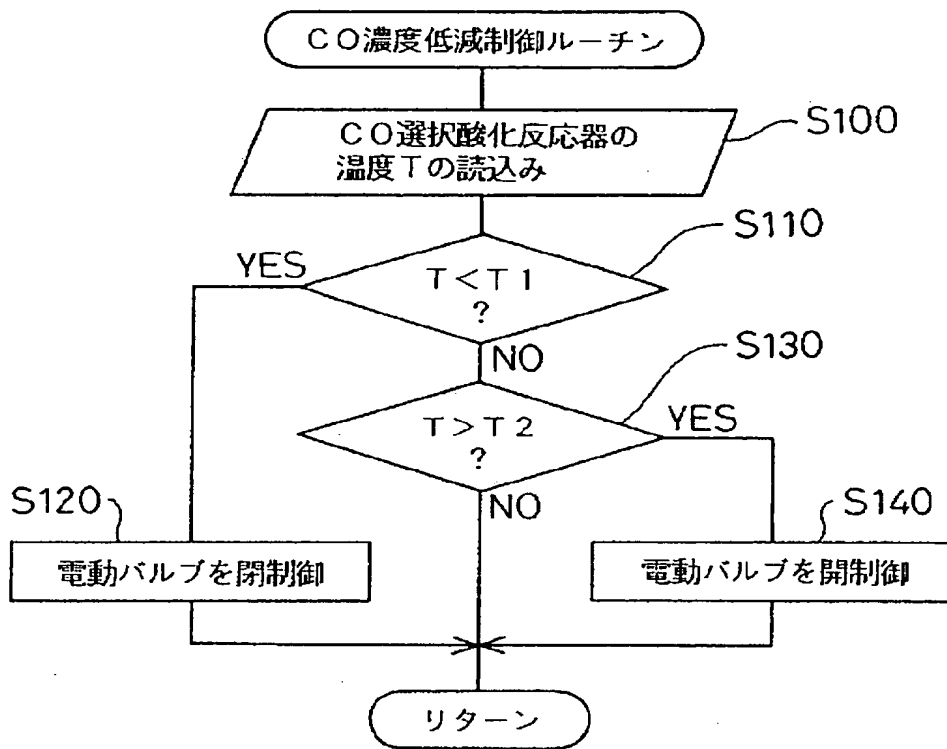
【図3】



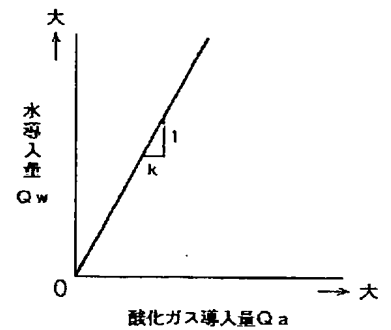
【図16】



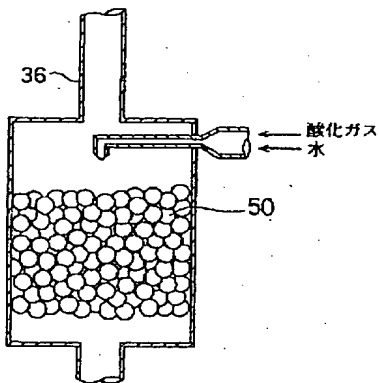
【図5】



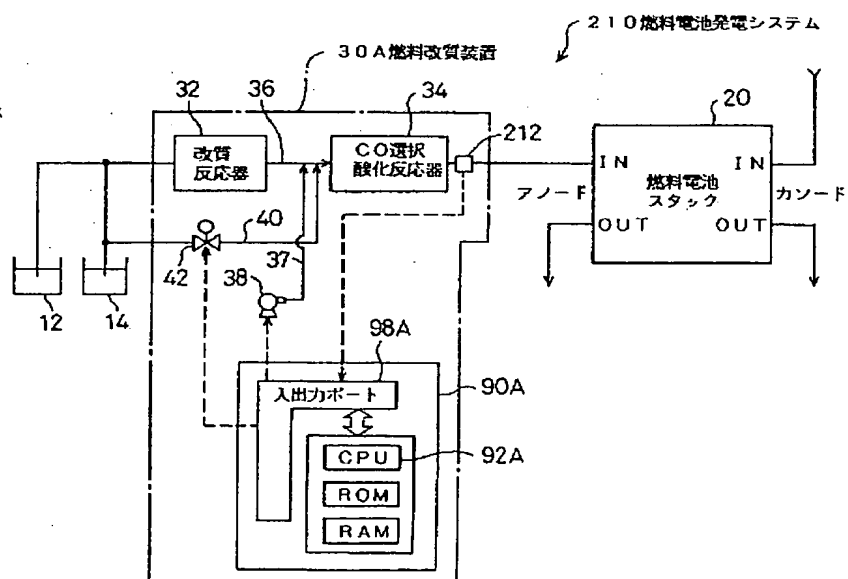
【図13】



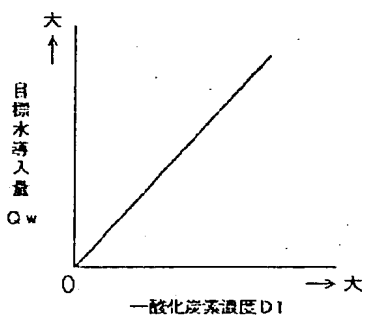
【図9】



【図10】



【図19】



```
graph TD; Start([CO濃度低減制御ルーチン]) --> S250[/一酸化炭素濃度Dの読み込み/]; S250 --> S260{D > D0?}; S260 -- NO --> Exit1(( )); S260 -- YES --> S270[ブローを所定駆動量Sで制御  
(所定量Qaの酸化ガスを導入)]; S270 --> S280[ $Q_w \leftarrow \frac{Q_a}{k}$ ]; S280 --> S290[Qwに応じて電動バルブ  
の開度を制御]; S290 --> Exit2(( )); Exit1 --> Return([リターン]); Exit2 --> Return;
```

CO濃度低減制御ルーチン

一酸化炭素濃度Dの読み込み S250

S260

D > D0 ? NO YES

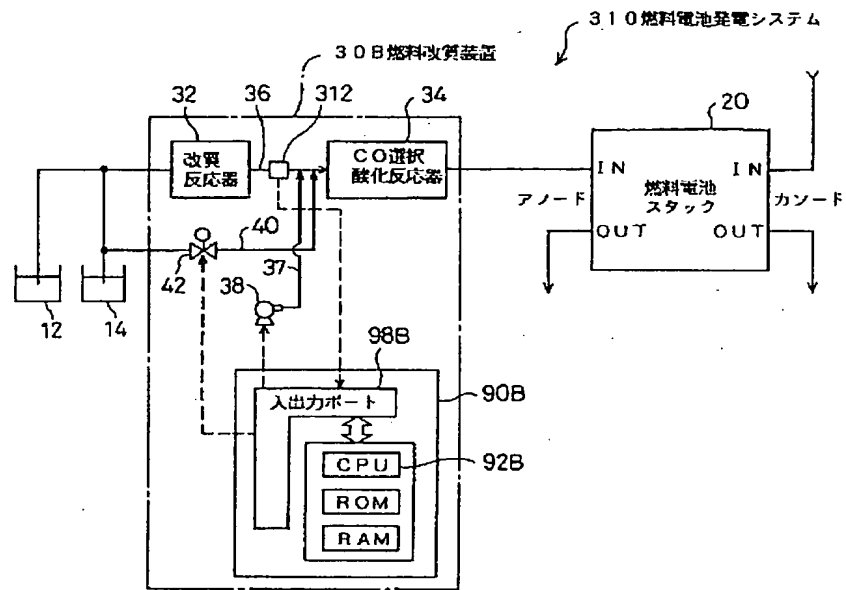
ブローを所定駆動量Sで制御  
(所定量Qaの酸化ガスを導入) S270

$Q_w \leftarrow \frac{Q_a}{k}$  S280

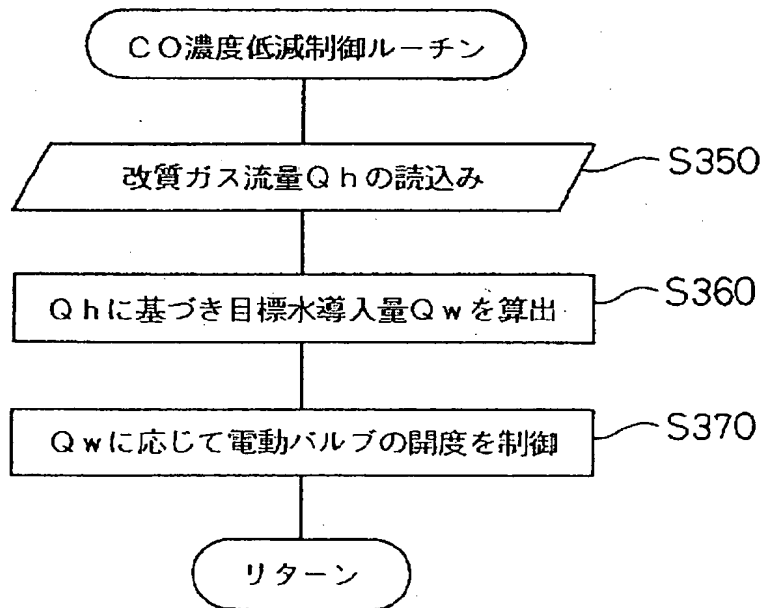
Qwに応じて電動バルブ  
の開度を制御 S290

リターン

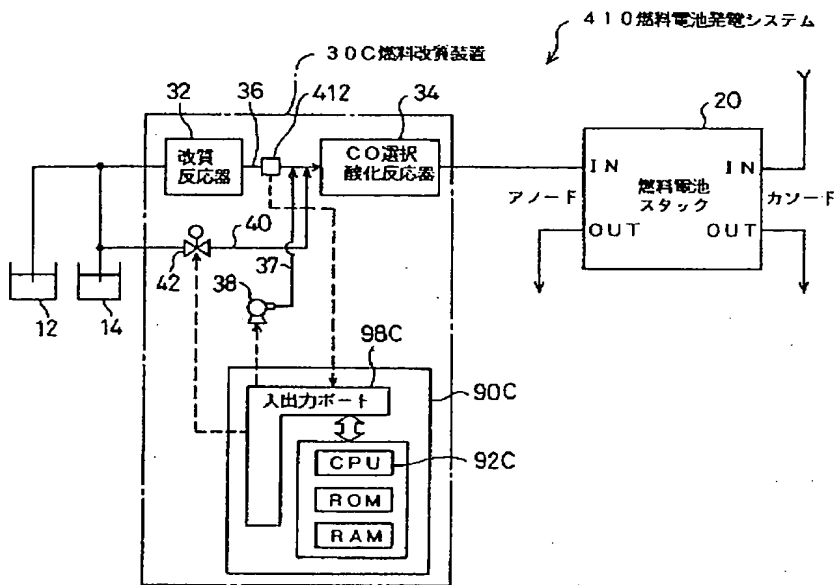
【図14】



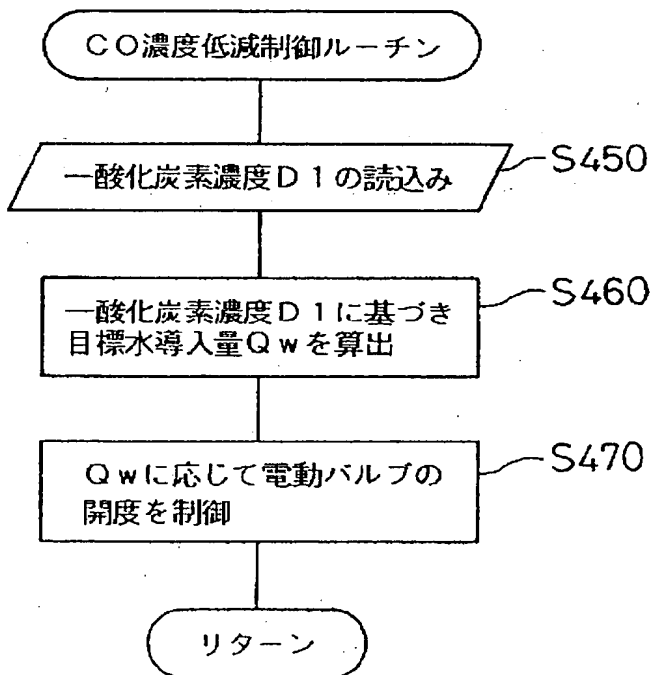
【図15】



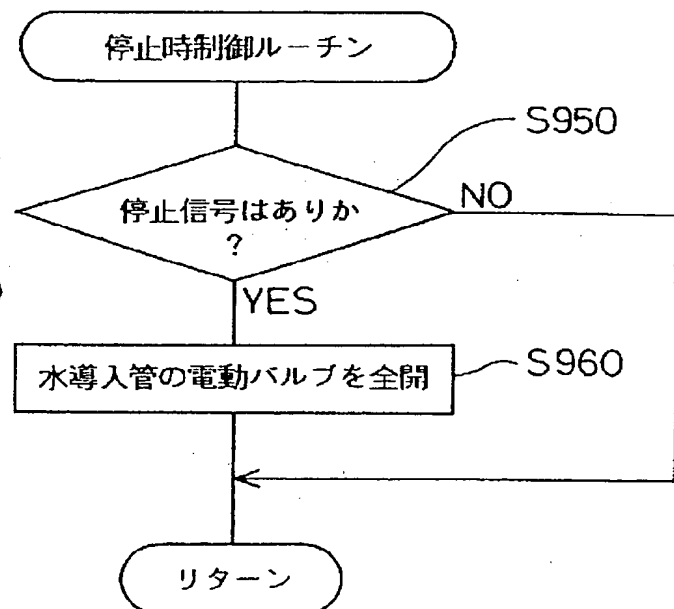
【図17】



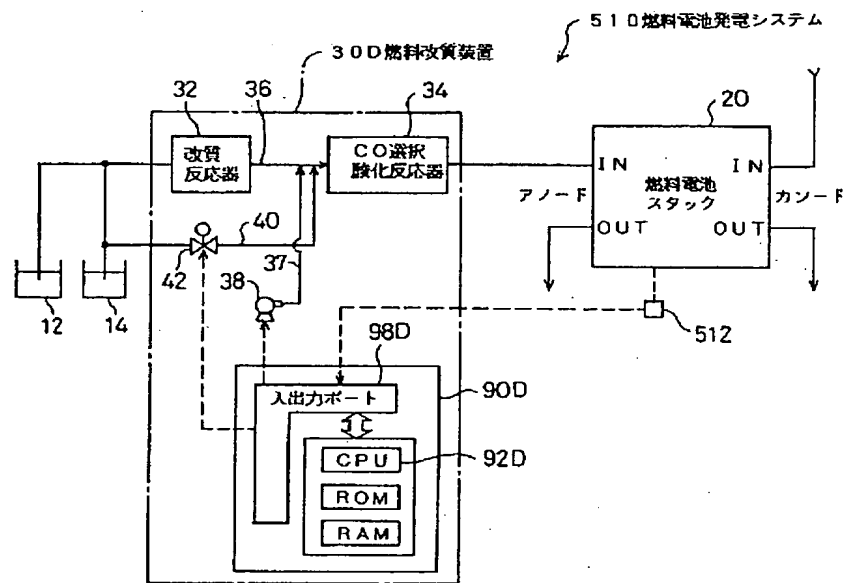
【図18】



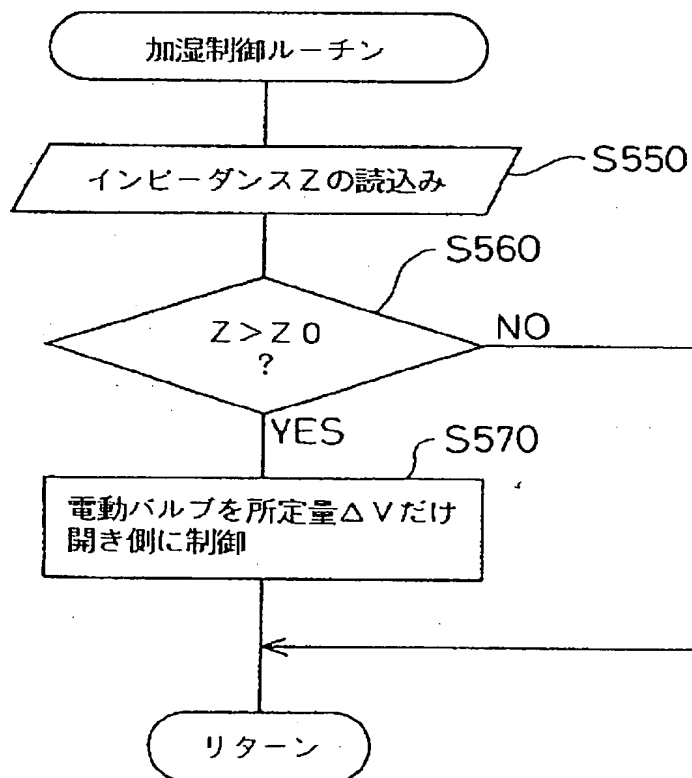
【図30】



【図20】

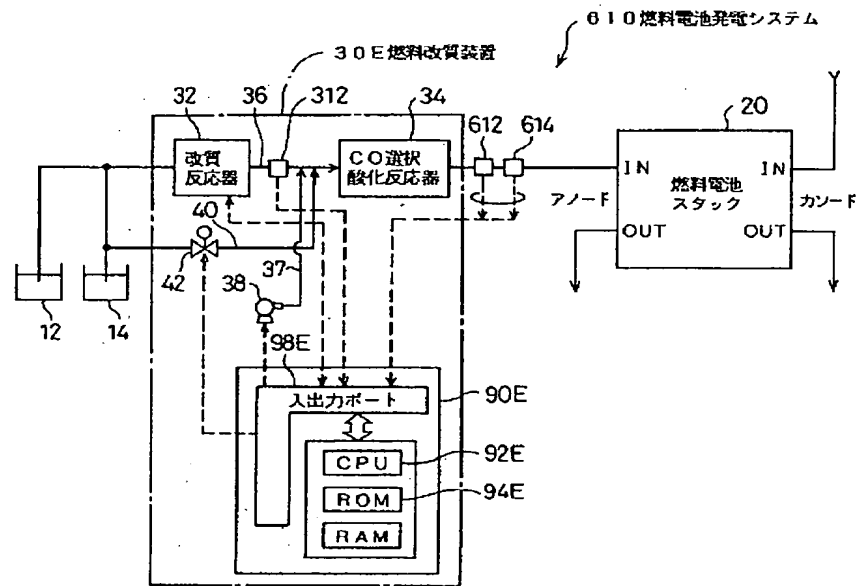


【図21】

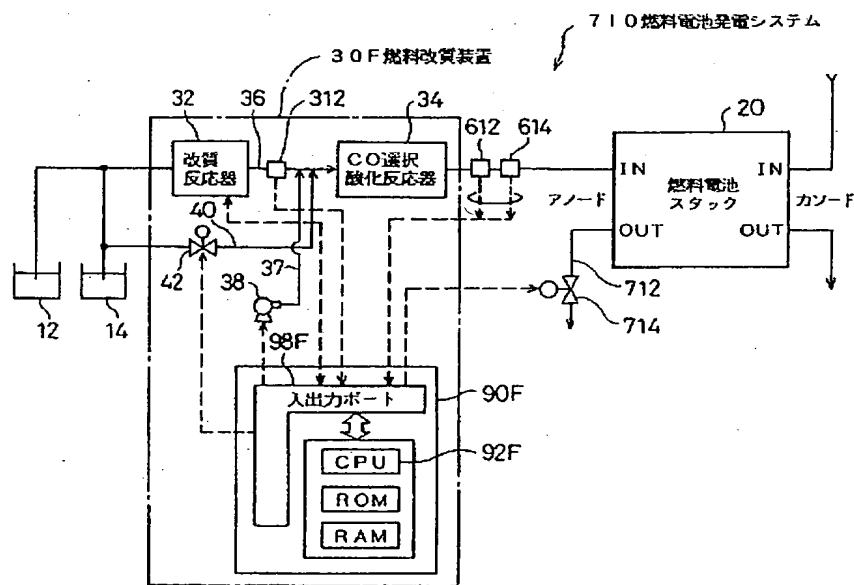




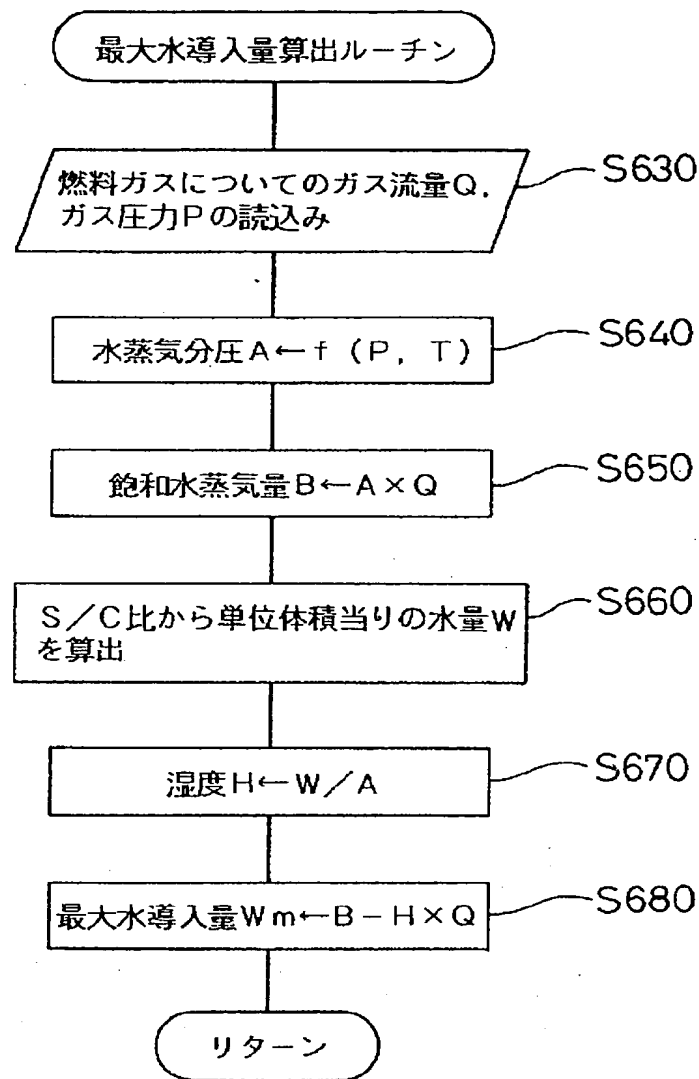
【図22】



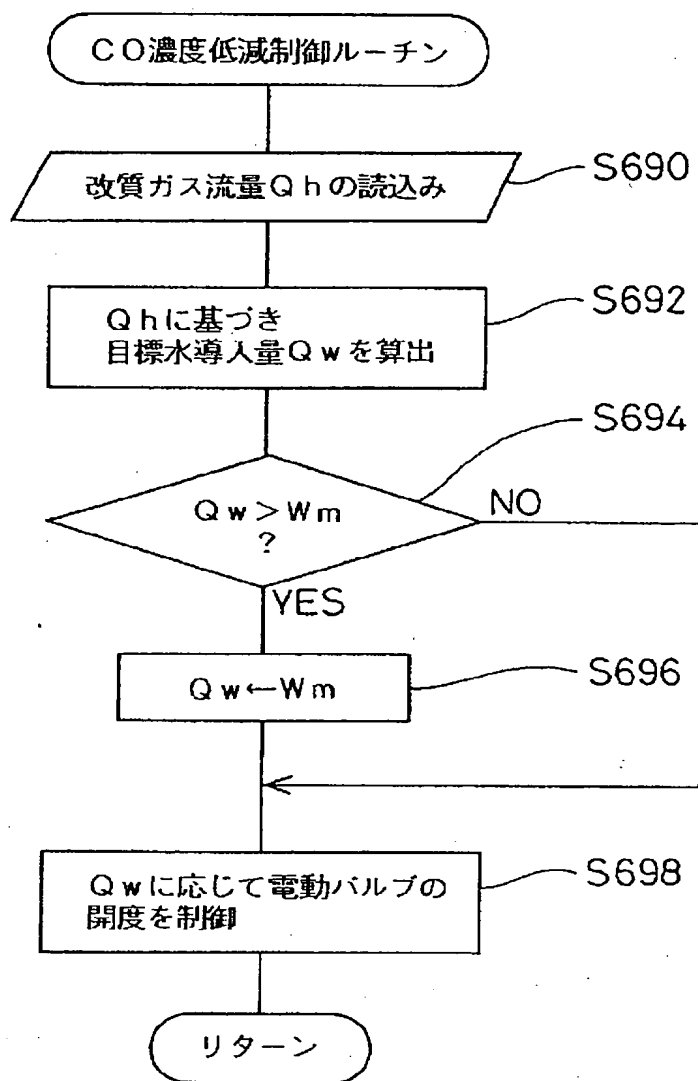
【図25】



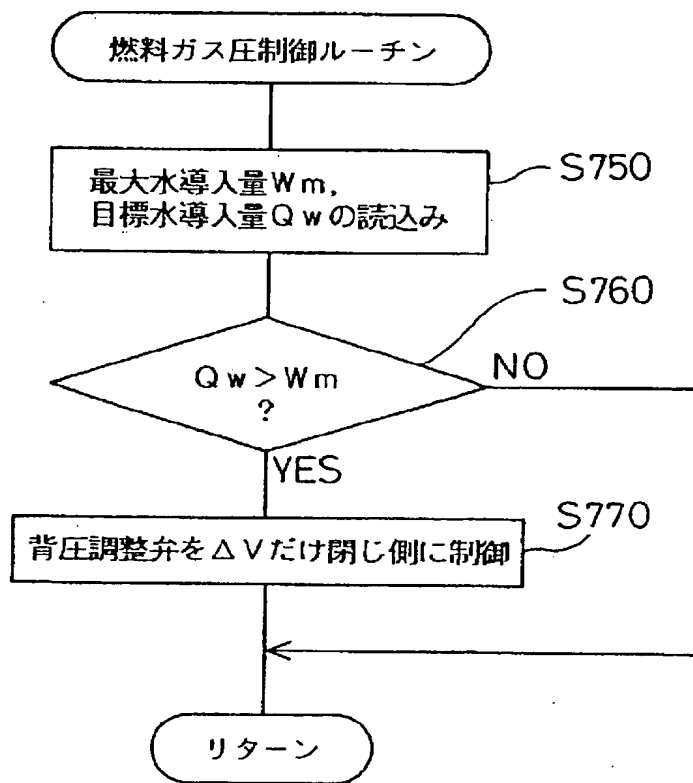
【図23】



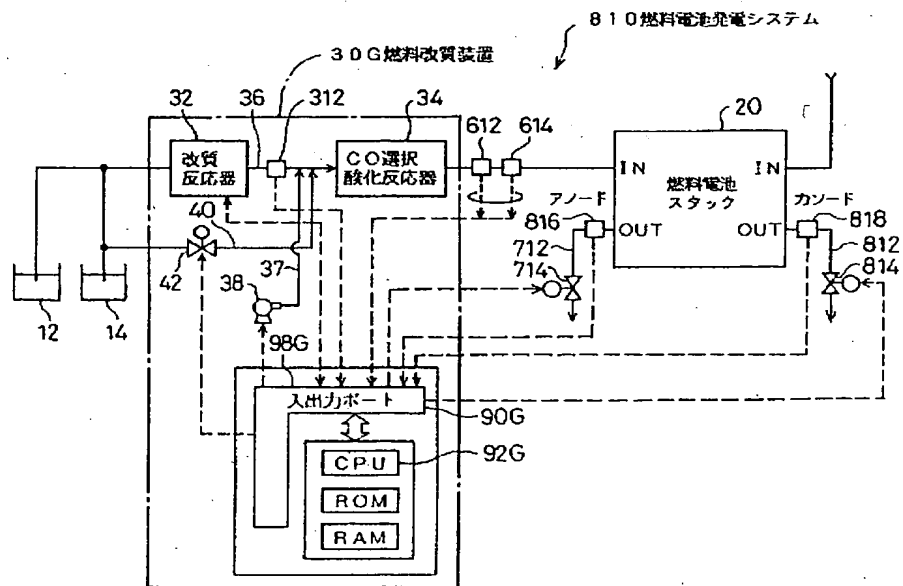
【図24】



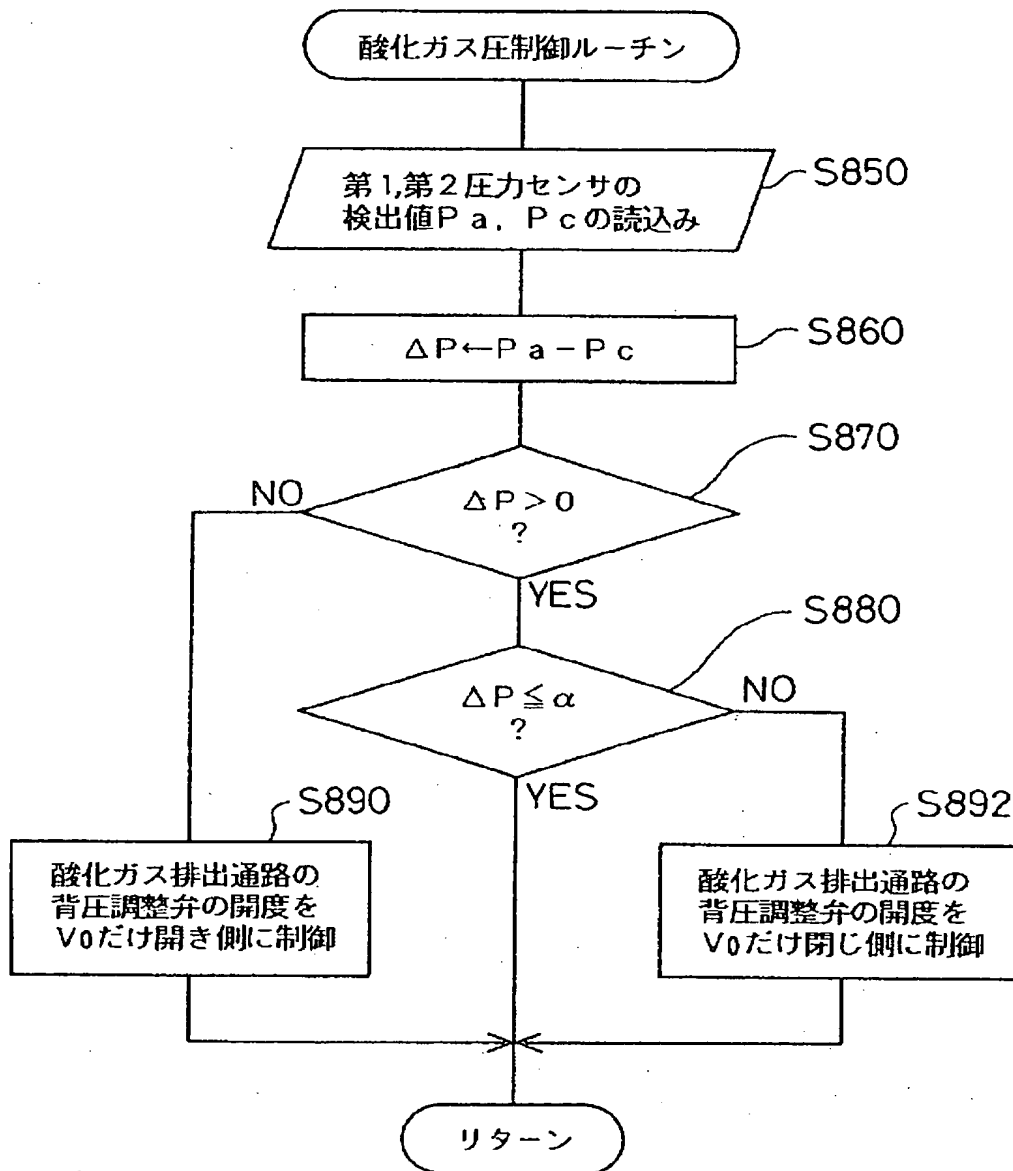
【図26】



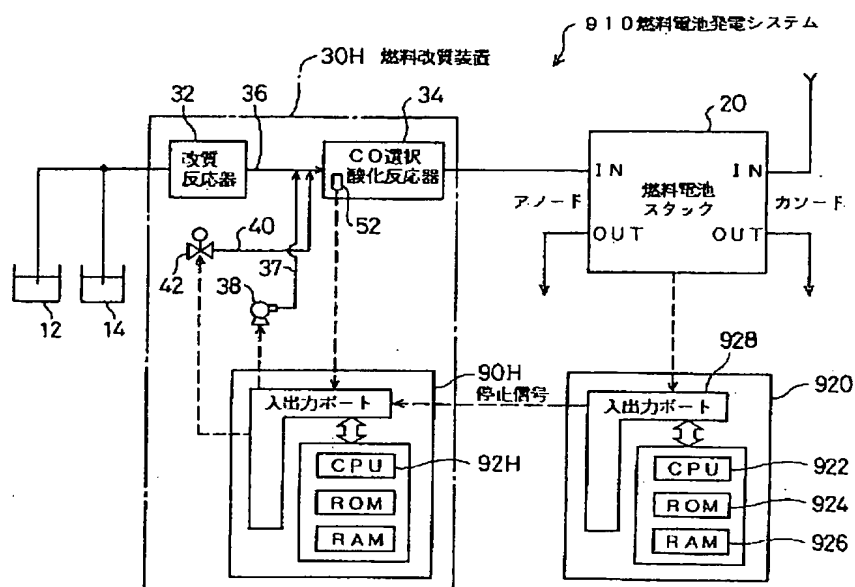
【図27】



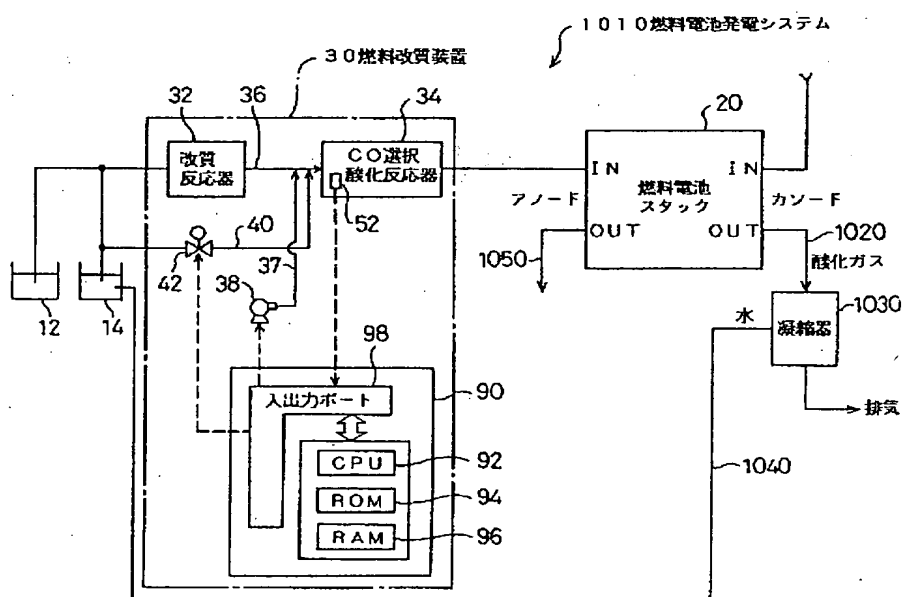
【図28】



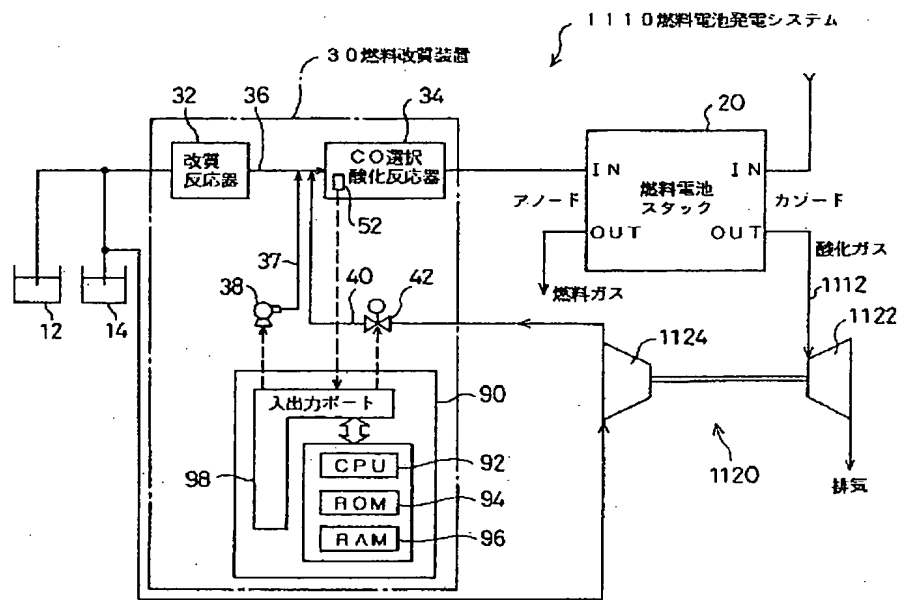
【図29】



【図31】



【図32】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>

H01M 8/06

識別記号

FI

H01M 8/06

W